MEMORIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

MEMORIA

Publicada el 31 de agosto de 2026

Cita correcta:

Magdaleno Villar, J. J.; Corlay-Chee, L.; Hernández-Tapia, A.; Magaña-Lira, N. 2026. Memoria del XIV Congreso Internacional y XXVIII Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. 21 al 24 de abril de 2026. Universidad Autónoma Chapingo. México.

El contenido de los resúmenes aquí publicados es responsabilidad absoluta de los autores y coautores.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIRECTORIO

Dr. Angel Garduño García
Rector

M. C. Noé López Martínez
Director General Académico

Dra. Consuelo Silvia Olivia Lobato Calleros
Directora General de Investigación, Posgrado y Servicio

Mtra. Tania Jessica Pérez Buendía
Directora General de Difusión Cultural

Ing. Jorge Torres Bribiesca
Director General de Administración

Dr. Samuel Pérez Nieto
Dirección General de Patrimonio y Finanzas

COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. J. Jesús Magdaleno Villar
Presidente

Dr. Natanael Magaña Lira
Vicepresidente

Dra. Norma Marina Alarcón Rodríguez
Secretaria

M.C. Alejandro Hernández Tapia
Tesorero

VOCALES

Dr. Ernesto Aguilar Mondragón
M. C. Langen Corlay Chee
M.C. Adrián Lozano Toledano
Dra. Rosaura Reyes Canchola
Dr. Edmundo Robledo Santoyo
Dr. José Luis Rodríguez de la O
Dr. Eugueni Romantchik Kriuchkova
Dr. Salvador Valle Guadarrama
Dr. Noé Velázquez López
Dr. José Luis Zaragoza Ramírez

INSTANCIAS UNIVERSITARIAS PARTICIPANTES EN LA ORGANIZACIÓN DEL EVENTO

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN, POSGRADO Y SERVICIO

UNIDADES ACADÉMICAS

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial

Departamento de Agroecología

Departamento de Fitotecnia

Departamento de Ingeniería Agroindustrial

Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola

Departamento de Irrigación

Departamento de Preparatoria Agrícola

Departamento de Sociología Rural

Departamento de Suelos

Departamento de Zootecnia

INSTITUTOS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Instituto de Alimentos

Instituto de Horticultura

Centro de Investigación en Recursos Naturales y Medio Ambiente

Centro de Investigación para la Gestión de la Agroecología

Instituto de Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua

Instituto de Investigación y Posgrado en Ciencia Animal

Centro de Investigación en Cultivos Básicos

Instituto de Políticas Públicas e Innovación Agroalimentaria

MESAS DE TRABAJO

1. Agricultura Protegida y Horticultura
2. Agroecología
3. Biotecnología Agrícola
4. Ciencia Animal
5. Ciencia del Suelo, Fertilidad y Nutrición Vegetal
6. Ciencia y Tecnología Agroalimentaria
7. Cultivos Básicos e Industriales
8. Economía y Desarrollo Rural
9. Educación Agrícola
10. Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua
11. Protección Vegetal
12. Recursos Naturales y Biodiversidad

PRESENTACIÓN

Como parte de las actividades sustantivas de la Universidad Autónoma Chapingo se encuentra la investigación y la difusión de sus resultados. En ese sentido, el Congreso de Ciencias Agronómicas ha permitido por cerca de tres décadas en intercambio de conocimientos y puntos de vista entre los investigadores de la universidad con sus pares de otras instituciones nacionales e internacionales, que han seleccionado este evento para compartir las experiencias y establecer los lazos de comunicación necesarios para la generación de nuevos conocimientos o el reforzamiento de los existentes.

A partir de los acontecimientos del 2020, las ciencias agronómicas han cobrado relevancia a nivel global, el mundo entero ha comprobado que sin los alimentos y el cuidado del medio ambiente la humanidad no tiene las mismas posibilidades de supervivencia. Por ello, la investigación y divulgación relacionada con el ámbito agronómico representa no solo una oportunidad, sino una de las pocas opciones para lograr la sostenibilidad de los sistemas de producción y la sustentabilidad de los recursos naturales existentes en nuestro planeta.

A nombre todos los que laboramos directa e indirectamente en la organización de este evento, así como las autoridades universitarias les agradecemos una vez más su participación en el Congreso de Ciencias Agronómicas como medio de difusión de sus investigaciones y los invitamos a seguir mejorándolo con sus aportes significativos.

Fraternalmente
Dr. J. Jesús Magdaleno Villar
Presidente Ejecutivo
XIV Congreso Internacional y XXVIII Nacional de Ciencias Agronómicas

Índice

Pág.

Capítulo 1. Agricultura Protegida y Horticultura 1

INFLUENCIA DEL SILICATO DE CALCIO SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PIMIENTO PADRÓN

Muñoz Morales Yeriel Oswaldo 3

VARIABILIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES NATIVAS DE CHILE HUACLE (Capsicum annuum L) DEL ESTADO DE OAXACA

Hernández Ríos Viviana Areli 5

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE FRUTOS DE CUATOMATE (Solanum glaucescens Zucc.) TIPO VERDE MOTEADO

Martínez Arce Melissa 7

RESPUESTA DE Solanum lycopersicum ANTE LA INOCULACIÓN POR Fusarium oxysporum DURANTE GERMINACIÓN

Paredes Cervantes Ana Elizabeth 9

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA Y SU APLICACIÓN EN GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Rojas Sandoval Leticia 11

EL CAOLÍN PROMUEVE EL ENGROSAMIENTO DEL TALLO EN PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. italica

Santiago García Tatiana 13

DIATOMITA EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE PLANTAS DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. italica)

Temoxtle Macuixtle Alma Lucero 15

EFECTO DE LA ZEOLITA EN EL CRECIMIENTO DE LILIS (Lilium sp.)

Nevárez Favela María Magdalena 17

DIATOMITA EN EL CRECIMIENTO Y DÍAS A LA FLORACIÓN DE PLANTAS DE Lilium cv. LITOUWEN

Temoxtle Macuixtle Alma Lucero 19

TERMINACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN SEGÚN EL DESARROLLO DE LA VARA FLORAL DE Laelia anceps

Téllez Casas Jesús Manuel 21

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICA DE FRUTOS SILVESTRES DE Pachycereus weberi DE LA MIXTECA POBLANA

Méndez Castillo Gina Kelly 23

Pág.

POTENCIAL AGROALIMENTARIO Y FUNCIONAL DE LOS FRUTOS DE Isolatocereus dumortieri, CACTÁCEA SUBUTILIZADA NATIVA DE MÉXICO

Hernández Ramos Lyzbeth 25

ESCALA BBCH EN CIRUELA MEXICANA (Spondias purpurea L.) DE ESTACIÓN

Cancino Labra Samuel 27

ACTIVIDAD FITOTÓXICA DEL ACEITE ESENCIAL DEL FRUTO DE Pimenta dioica

Corona Pérez Fernanda 29

CARACTERIZACIÓN Y POTENCIAL FUNGISTÁTICO IN VITRO DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE PIMIENTA DIOICA

Montalvo López Isis 31

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN DOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS DE FRUTILLAS: FRESA Y FRAMBUESA ROJA

Alvarado Raya Horacio Eliseo 33

CARACTERIZACIÓN MACRO NUTRIMENTAL DE TEJIDO FOLIAR DE VAINILLA EN ETAPAS INICIALES DEL CRECIMIENTO DE LA YEMA FLORAL

Ríos Barreto Yasbet 35

Capítulo 2. Agroecología 37

TERRITORIO, GESTIÓN AGROECOLÓGICA Y SABERES DE MUJERES CAMPESINAS EN TLAXCALA

González Santiago María Virginia 39

¿LAS MUJERES INDÍGENAS CAMPESINAS SE EMPODERAN AL PARTICIPAR EN ESPACIOS MASCULINIZADOS?

Juárez Varela Veneranda Xóchitl 41

PARTICIPACIÓN Y DESERCIÓN DE LAS MUJERES RURALES EN EL PROGRAMA SEMBRANDO VIDA

Cisneros Villegas Esmeralda 43

ANÁLISIS PROSPECTIVO DE SOSTENIBILIDAD

González Romero Iván Primitivo 45

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO SOBRE AGROFORESTERÍA (2002 - 2025)

Hernández Barboza Juan Carlos 47

EXPLOTACIÓN AGUACATERA EN MORELOS: CAMBIOS SOCIOAMBIENTALES Y EN LA ECONOMÍA CAMPESINA

Morett Sánchez Jorge Luis 49

Pág.

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA EL CULTIVO Prunus persica L EN LA SUBCUENCA DEL RIO CUAUTLA

López Carmona Dante Alejandro 51

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS EN DOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y AGOSTADERO EN EL LIMÓN, MORELOS

Cortes Díaz Enrique 53

EFECTO DE AJENJO (Artemisia absinthium) SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN DE CONEJOS DURANTE LA ENGORDA

Pineda-Serrato Karen 55

COMUNIDAD DE APRENDIZAJE AGROECOLÓGICA DEL MOVIMIENTO DE ESCUELAS CAMPESINAS

González Santiago María Virginia 57

ANÁLISIS DE COLABORACIONES HORIZONTALES HACIA PLANES DE ACCIÓN PARA TERRITORIALIZAR AGROECOLOGÍAS EN MÉXICO

Chávez Segura Pio Giovanni 59

LIMITANTES CRÍTICAS EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y AGROECOLÓGICA: ANALISIS MEDIANTE MINERIA DE DATOS EN PERUGIA, ITALIA

Jacobo Hernández Andrea Berenice 61

GESTIÓN OPERATIVA DEL PROGRAMA SELLO VERDE: ESTUDIO DE CASO

Andrade Cuevas María Elizabeth 63

CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTORES EN MERCADOS ALTERNATIVOS EN LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO

Schwentesius Rindermann Rita Elise 65

PROPUESTA DE NORMATIVIDAD PARA APOYAR LA CERTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN MÉXICO

Gómez Cruz Manuel Ángel 67

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE TRES SISTEMAS DE LABRANZA CON Zea mays BAJO RIEGO EN MÉXICO

Aguirre Salado Olimpya Talya 69

MAPEO ESPACIAL DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO BAJO 25 AÑOS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN CHAPINGO, MÉXICO

Aguirre Salado Olimpya Talya 71

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE CULTIVOS EN EL VIGÉSIMO QUINTO AÑO CON SISTEMAS DE LABRANZA. 2024.

Pérez Nieto Joel 73

Pág.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE CULTIVOS EN EL VIGÉSIMO SEXTO AÑO CON SISTEMAS DE LABRANZA. 2025.

Pérez Nieto Joel 75

INTERACCIÓN ENTRE SISTEMAS DE MANEJO AGRÍCOLA, PROPIEDADES FÍSICAS EDÁFICAS Y RENDIMIENTO DE MAÍZ EN SUELOS FRANCO-ARENOSOS

Sahagún García Alejandra 77

PRÁCTICAS REGENERATIVAS EN SUELO PHAEOZEM Y CULTIVO DE Zea mays EN PRIMER AÑO DE IMPLEMENTACION

Sahagún García Alejandra 79

IMPACTO DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN LAS CONDIOCIONES DEL SUELO EN ESPAÑITA, TLAXCALA

Licona Vargas Atenógenes Leobardo 81

EFECTO DE LOS HONGOS MICORRÍCICOS ARBUSCULARES NATIVOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE MAÍZ

López Carmona Dante Alejandro 83

EFECTO DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE AIA EN EL DESARROLLO IN VITRO DE Lens culinaris Medik

González López Lucía Quiahuitl 85

AGUA DE VIDRIO: INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA UTILIZADA POR MILES DE CITRICULTORES EN VERACRUZ Y PUEBLA

Gómez Tovar Laura 87

VIABILIDAD DEL BANCO DE PROTEÍNA CON FERTIRRIEGO DEL BIOL DE BIODIGESTOR EN FAMILIAS CAMPESINAS

Hozumi Takuo 89

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES BIOFERTILIZANTES ÓRGANO MINERAL EN ARVEJA (Pisum sativum L.)

Hernández Tapia Alejandro 91

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE AGROECOSISTEMAS EN SAN SEBASTIAN ZINACATEPEC, PUEBLA, EMPLEANDO EL MARCO MESMIS

Salgado Zavaleta Rosalina 93

MILPA, AGROBIODIVERSIDAD Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES METABÓLICAS EN IXTENCO, TLAXCALA

Reyes Fuentes Felipe 95

DIVERSIDAD TEMPORAL DE ESPECIES DE ÁRBOLES EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE MORELOS

Cortes Díaz Enrique 97

Pág.

NODRIZAJE EN POBLACIONES DE Bursera bipinnata (Moc. & Sessé ex DC.) Engl. EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS

Hernández Tapia Alejandro 99

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AHUAUTLE (Corisella spp) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

Delgado Viveros David 101

Capítulo 3. Biotecnología Agrícola 103

OPTIMIZACIÓN DEL CRECIMIENTO IN VITRO DE Zantedeschia aethiopica MEDIANTE EL USO DE BIORREACTORES COMO ESTRATEGIA DE PROPAGACIÓN EN LABORATORIO

Martínez Pimentel Flor Vianney 105

PROPAGACIÓN IN VITRO DE Hibiscus sabdariffa L. VAR. “ALMA BLANCA”

Hernández López José Ramiro 107

CULTIVO IN VITRO DE ESTAMINODIOS DE AGUACATE (Persea americana Mill.)

Rodríguez Olivera Eliud 109

GENERACIÓN DE HÍBRIDOS CLONALES DE TOMATE DE CÁSCARA (Physalis ixocarpa Brot. ex horm.)

Martínez Núñez Benjamín 111

FORMACIÓN DE CALLO EN HOJAS Y EVALUACIÓN MEDIANTE IMAGEJ EN PAPAYA (Carica papaya L.)

Ibarra Meléndez César Daniel 113

MODELADO BIOFÍSICO DEL EFECTO DE TASA DE DOSIS EN LA RADIOSENSIBILIDAD DE AGAVE

Romero Rodríguez David 115

VULNERABILIDAD GENÉTICA Y CUELLO DE BOTELLA EN EL ZAPOTE MAMEY DEL TOTONACAPAN POBLANO

Chepe Cruz Gabriel 117

PROMOCIÓN DE CALLOS in vitro EN Agave rhodacantha CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA

Aguilar Jiménez Daniel 119

PROTOCOLO EFICIENTE PARA LA OBTENCIÓN DE ADN DE ALTA CALIDAD A PARTIR DE TEJIDO FOLIAR DE CANELA (Cinnamomum verum J. Presl)

Sánchez Álvarez Iseli 121

Pág.

MARCADORES DE LA TOLERANCIA A LA SEQUÍA EN UNA POBLACIÓN F3 DE Phaseolus vulgaris L. x Phaseolus acutifolius A. Gray

Cilia García Marcela 123

METAANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN MOLECULAR ENTRE HONGOS ECTOMICORRIZICOS Y ÁRBOLES FORESTALES

Ramírez Mendoza María del Rosario 125

Capítulo 4. Ciencia Animal 127

BALANCEO ÓPTIMO DE DIETA CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO Y CONCENTRADO ARTESANAL EN CONEJOS DE ENGORDA

Herrera Illescas Eliezer 129

USO DE EMULSIÓN DE HIDROLATO DE LAVANDA (Lavandula angustifolia) CON SUERO VACUNO EN POLLITAS

Díaz-Sosa Daniela 131

USO DE PERICARPIO DE NUEZ (Juglans regia) EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJAS DURANTE LA LACTANCIA

Fuentes-Guevara Diana Aylin 133

EFECTO DE LA CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL DE CONEJO

Miranda-Salgado Maritza 135

USO DE INÓCULO EN CONTROL DE ACIDOSIS RUMINAL SUBCLINICA EN GANADO LECHERO

Torres Salas Isabel 137

EFECTO DEL RASTROJO DE MAÍZ EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE CONEJOS DE ENGORDA

Calva-Fuentes Ingrid 139

COMPOSICIÓN DE FIBRAS y CENIZA EN PASTO Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone, ANALIZADO POR COMPONENTE MORFOLÓGICO

Rueda José A. 141

ASPECTOS AGRONÓMICOS DE TRIGUILLO INTERMEDIO (Thinopyrum intermedium) AL VARIAR SEVERIDAD Y RESERVAS AL CORTE

Martínez Hernández Pedro Arturo 143

DESEMPEÑO DE BECERROS HOLSTEIN X ANGUS EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN LECHERA EN MEXICALI

Castañeda-Bustos Vielka Jeanethe 145

Pág.

FACTORES BIOFISIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA MICROLITIASIS TESTICULAR EN TOROS TROPICALES

Arreola Silva Jonathan 147

DETECCIÓN DE GANADO Y ESTIMACIÓN DE PESO MEDIANTE FOTOGRAFÍA AÉREA CAPTURADA CON DRON

Velázquez Beltrán Antonio 149

EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL GUSANO BARRENADOR: UN ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO

González Cerón Fernando 151

Capítulo 5. Ciencia del Suelo, Fertilidad y Nutrición Vegetal 153

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SILICIO Y SELENIO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTOS DE TOMATE (Solanum lycopersicum L.)

Díaz Avilés David 155

CADMIO AFECTA LA CONCENTRACIÓN DE MICRONUTIMENTOS EN PLANTAS DE CHILE (Capsicum annuum L.)

Rodríguez Hernández Josué 157

VARIACIÓN EN LA DENSIDAD DE ESPORAS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) ENTRE CONDICIONES EDÁFICAS CONTRASTANTES

Vallejo Pérez Moisés Roberto 159

PSEUDOMONAS ENDÓFITAS DEL HENO MOTITA (Tillandsia recurvata): IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y DIVERSIDAD FUNCIONAL

Sánchez Carrillo Román 161

COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO Y RENDIMIENTO DE MAÍZ BAJO FERTILIZACIÓN COMBINADA EN DISTINTOS SISTEMAS DE LABRANZA

Urbina Gaza Carlos Alexis 163

APLICACIÓN DE FOSFITO CON CONCENTRACIÓN DE AZUFRE Y COBRE (Physalis peruviana L)

Rodríguez Hernández Josué 165

USO DE SOLUCIÓN UNIVERSAL STEINER EN LA PRODUCCIÓN DE PORTAINJERTOS DE PINO PIÑONERO

Garibay Sandra Luz 167

CAOLÍN COMO ADSORBENTE PARA LA REMOCIÓN DE SODIO EN SOLUCIONES SALINAS

Santiago García Tatiana 169

Pág.

CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL EN PORTAINJERTOS DE PINO PINOÑERO, EN DISTINTOS SUSTRATOS Y FERTILIZACIÓN

Castro Garibay Sandra Luz 171

Capítulo 6. Ciencia y Tecnología Agroalimentaria 173

EL MEZCAL DE GUERRERO: PREFERENCIAS Y SIMBOLISMO EN EL CONSUMIDOR

Jiménez Carlos Miguel Ángel 175

VALORIZACIÓN DE LOS AGAVES ENDÉMICOS Y DEL MEZCAL TRADICIONAL DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

Olvera Domínguez Cristian Ariel 177

PRODUCCIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GRANOS DE KÉFIR Y AGUAMIEL

Herrero Galindo Adriana 179

ANÁLISIS DE AUTENTICIDAD DE DESTILADO DE PULQUE MEDIANTE ESPECTROSCOPÍA NIR

Méndez Ordoñez Walter Donaldo 181

ALIMENTO FUNCIONAL FERMENTADO DE LECHE Y CHILACAYOTE (Curcubita ficifolia) PARA VALORIZACIÓN AGROALIMENTARIA EN PUEBLA

Hernández Degante Dulce María 183

ELABORACIÓN E INNOVACIÓN DE QUESO TIPO MANCHEGO APLICANDO HIDROLATO DE FLOR DE CALABAZA

Hernández González Tanya Sherlyn 185

CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE QUESO PANELA INDUSTRIAL Y ARTESANAL COMERCIALIZADOS EN EMILIO CARRANZA, VERACRUZ

Moreno Reyes José Juan 187

PRODUCCIÓN INTENSIVA DE MAÍZ EN ESPACIOS URBANOS MEDIANTE CULTIVO VERTICAL (Zea mays L.)

López García Jorge Luis 189

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE REPOSO DEL NIXTAMAL EN TORTILLAS DE MAÍZ MORADO (Zea mays L)

Tepixtle Colohua Verónica Virginia 191

CARATERIZACIÓN DE HARINAS EXTRUIDAS DE MAÍCES NATIVOS PIGMENTADOS

Zamora Rosas Gabriela 193

Pág.

EFECTO DE HARINA DE HUAUZONTLE EN TORTILLAS DE MAÍZ: ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y DIGESTIBILIDAD DEL ALMIDÓN

López Monterrubio Diana Itzel 195

POTENCIAL PIGMENTANTE DE ANTOCIANINAS DE RESIDUOS DE MAÍZ

Valle Guadarrama Salvador 197

EVALUACIÓN DE USOS PROMISORIOS DE PECTINAS DE NOPAL (Opuntia robusta)

Laureano López Bernabé 199

DESARROLLO DE BIOPELÍCULAS COMESTIBLES A BASE DE POLÍMEROS BIODEGRADABLES

Trejo López María Teresa 201

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS POSCOSECHA EN MARACUYÁ MORADO (Passiflora edulis f. edulis Sims.)

Campos Rojas Eduardo 203

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE FRUTOS DE BONETE (Jacaratia mexicana)

Morales Álvarez Verónica 205

PERFIL QUÍMICO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, CONTENIDO FENÓLICO Y ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DEL ACEITE ESENCIAL DE PIMIENTA GORDA

Zenil López Ximena 207

EVALUACIÓN DE LA BIOACCESIBILIDAD DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN CUATRO ESPECIES SILVESTRES COMESTIBLES

Rivera Hernández Yessica 209

CAHUICHE (Vaccinium leucanthum Schltdl.) EVALUACIÓN NUTRACÉUTICA Y OPTIMIZACIÓN DE EXTRACCIÓN

Hernández Ramos Lyzbeth 211

DETERMINACIÓN DE FENOLES, CLOROFILAS Y FLAVONOIDES EN SUBPRODUCTOS DE ESPÁRRAGO COMO FUENTE DE COMPUESTOS BIOACTIVOS

Rosas Rosas Adela Guadalupe 213

COACERVACIÓN COMPLEJA ALMIDÓN-PROTEÍNA: PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ESTRUCTURALES

López Monterrubio Diana Itzel 215

ANÁLISIS PROTEICO-MICROBIOLÓGICO DE HARINA DE GRILLO (Acheta domesticus) COMO ALTERNATIVA DE HARINA DE TRIGO

Ronquillo Bernabé Nereida 217

Pág.

EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE EL POTENCIAL NUTRACÉUTICO DE HOJAS DE SUYUQUELITE (Ipomoea dumosa)

Rivera Hernández Yessica 219

INFLUENCIA DEL TIPO DE MODIFICACIÓN SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA PROTEÍNA DE HUAUZONTLE

Herrero Galindo Adriana 221

Capítulo 7. Cultivos Básicos e Industriales 223

DIVERSIDAD FITOGENÉTICA DE MAÍCES TUXPEÑOS EN SAN FERNANDO, SOTEAPAN, VERACRUZ

Zavala Alvarado Keila Abigail 225

RENDIMIENTO EN FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS BAJO EL ESQUEMA MAZORCA POR SURCO EN MAÍZ AZUL

Padilla Plaza Andrea 227

ALTERNATIVAS AL CONTROL DE ARVENSES Y EL POTENCIAL PRODUCTIVO DE GRANO Y FORRAJE DE MAÍZ

Schwentesius Rindermann Rita Elise 229

APLICACIÓN DE LA BIOFERTILIZACIÓN COMO FUENTE DE NUTRICIÓN EN CULTIVO DE MAÍZ NATIVO

Cervantes Adame Yessica Flor 231

LA PRODUCCIÓN DE GRANOS DE MAÍZ EN ESTADOS UNIDOS DIMINUYE POR EFECTO DEL MERCADO MUNDIAL

Chong Eslava Arturo 233

NITRÓGENO APLICADO MATEMATICAMENTE AL SORGO

Chong Eslava Arturo 235

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y RENDIMIENTO EN LÍNEAS ÉLITE DE CEBADA

González González Miguel 237

PRODUCTIVIDAD Y RESISTENCIA A ROYAS EN LÍNEAS DE CEBADA CAPUCHONA

González González Miguel 239

EVALUACION DE SELECCIONES DE AMARANTO DE SEMILLA NEGRA Y CAFÉ

Barrales Domínguez José Sergio 241

CARACTERIZACIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE ALGODÓN NATIVO (Gossypium hirsutum L.) EN DELICIAS, CHIHUAHUA

Gutiérrez Rodríguez Carlos David 243

Pág.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DE OCHO GENOTIPOS DE ALGODÓN CONVENCIONAL PARA EL NORTE DE MÉXICO

Vitolas Salgado Oswaldo 245

CANNABIS (Cannabis sativa L.) VS ALGODÓN (Gossypium hirsutum): PRODUCCIÓN TEXTIL

Zurita Zafra Fortunato Moisés 247

ESTABLECIMIENTO DE UNA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE VAINILLA EN HUEHUETLA, PUEBLA

Aguilar Tlatelpa Martín 249

CRECIMIENTO DE SELECCIONES AVANZADAS DE Vanilla planifolia EN EL PERIODO OTOÑO-INVIERNO EN HUEHUETLA, PUEBLA

Ortiz Espinosa David Omar 251

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS DEL AGAVE

Hernández Martínez Berenice 253

Capítulo 8. Economía y Desarrollo Rural 255

TIPOLOGÍA DE LOS OFERENTES DE BIOINSUMOS EN MÉXICO

Reyes Carmona Erika Daniela 257

ORGANIZACIÓN LAGUNERA EN EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS LACUSTRES DEL LAGO DE TEXCOCO, MÉXICO

Albor Ruiz Magali Catalina 259

DIFERENCIACIÓN TERRITORIAL EN LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES EN PRODUCTORES DEL PROGRAMA MASAGRO-CIMMYT

Castro Parra Juan Camilo 261

INNOVACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MAGUEY PULQUERO EN LA REGIÓN DE LOS LLANOS DE APAN

Salas Soto José Ignacio 263

LA LEY DE OKUN COMPROBADA EN LA ECONOMÍA ESTADOUNIDENSE

Gaona Ponce Bonifacio 265

MAPEO DE ACTORES A NIVEL NACIONAL DE ESTEVIA

Flores Rivas Italibi 267

INVISIBILIZACIÓN Y PRECARIZACIÓN DEL TRABAJO FEMENINO EN LAS ZONAS CAFETALERAS DE BUENAVISTA, TLAPACOYAN, VERACRUZ

Rodríguez Méndez Georgina 269

Pág.

EVALUACIÓN DEL MODELO DE EXTENSIONISMO DE PRODUCTOR A PRODUCTOR COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN DE INNOVACIÓN RURAL

Corro Contreras David 271

¿HA MUERTO LA CURVA DE PHILLIPS? CONTRASTE ENTRE MÉXICO Y SUIZA

Cabrera García Pablo Felipe 273

ATRIBUTOS DE LOS SERVICIOS DE MICROCRÉDITOS QUE VALORAN SUS USUARIOS. PAUTAS PARA LA INNOVACIÓN: EL CASO DE ABUNDANCIA FINANCIERA

García Pablo Santiago 275

VALOR ESPECTRAL Y PERSISTENCIA HISTÓRICA: UNA EXTENSIÓN MICROECONÓMICA DEL MODELO OFERTA–DEMANDA

Robledo Arroyo Rolando Javier 277

DINÁMICAS DE INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD EN EL CULTIVO DEL AGAVE: UN ENFOQUE BIBLIOMÉTRICO

Espinoza Serrano Ana Daniela 279

LA ANCESTRALIDAD EN EL CONOCIMIENTO Y MANEJO DE LAS TERRAZAS EN MESOAMÉRICA

López Antonio Heriberto 281

ETNOAGRONOMÍA, DIÁLOGO DE SABERES Y DECOLONIALIDAD EN EL DESARROLLO RURAL

Cruz León Artemio 283

GRAVES IMPLICACIONES PARA MÉXICO Y EL MEDIO RURAL POR EFECTO DE LA CRISIS MIGRATORIA INTERNACIONAL

Morett Sánchez Jorge Luis 285

PATRIMONIO BIOCULTURAL Y SABERES CHINAMPEROS COMO BASE DEL ETNOTURISMO EN TLÁHUAC

Cruz Jacinto Alan Rodrigo 287

CREACIÓN COLECTIVA DE BIOESPACIO MULTIFUNCIONAL: FARMACIA VIVIENTE CON EL ARQUETIPO DE OBSIDIANA EN NOPALILLO, HIDALGO

Reyes Fuentes Felipe 289

ECONOMÍA SOCIAL Y SOLIDARIA COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO TERRITORIAL EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

González Flores Salvador 291

EVOLUCIÓN PRODUCTIVA Y COMERCIAL DE LA AGRICULTURA PROTEGIDA EN MÉXICO: CASO TOMATE

Vázquez Romero Mijael Cuauhtémoc 293

Pág.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRAMBUESA EN HIDROPONÍA: CASO SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA

Arce Pacheco Agustín 295

PROPUESTA PARA EL PRECIO DE GARANTIA DEL GRANO DE MAIZ CONSIDERANDO LOS COSTOS DE PRODUCCION

Santos Lavalle Rodolfo 297

PRECIOS OBJETIVO EN LA PRODUCCION DE Agave tequilana Weber PARA LOGRAR VIABILIDAD FINANCIERA Y ECONOMICA

Santos Lavalle Rodolfo 299

TENDENCIAS MUNDIALES EN EL CONSUMO DE PRODUCTOS LÁCTEOS

Nochebuena Molina Rafael 301

LAS CENTRALES DE ABASTO DE MÉXICO: ESTUDIO DE CASO SAN VICENTE CHICOLOAPAN

Perales Salvador Arturo 303

CERTIFICACIÓN DE TRACTORES AGRÍCOLAS EN MÉXICO: RETOS PARA LA SEGURIDAD Y CALIDAD

Ayala Garay Alma Velia 305

RECONFIGURACIÓN DE LA ECONOMÍA RURAL: PLATAFORMAS DIGITALES, FINTECH Y NUEVOS CIRCUITOS DE COMERCIALIZACIÓN EN EL VALLE IZTACCÍHUATL–POPOCATÉPETL, PUEBLA

López González José Luis 307

ECONOMÍA DEL BOSQUE Y DESARROLLO TERRITORIAL: UN ESTUDIO DE EJIDOS FORESTALES EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

López González José Luis 309

EL DIALOGO DE SABERES, BASE FUNDAMENTAL EN LAS ESCUELAS CAMPESINAS

Lozano Toledano Adrián 311

EFECTOS DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO ACTUAL EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN MEXICANA

Reyes Gómez Horacio 313

ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE AJONJOLÍ EN MÉXICO

Rivera López Samuel 315

LA TRANSFORMACIÓN DEL CRÉDITO AGRÍCOLA EN MÉXICO

Salas Torres Sergio Alonso 317

Pág.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROGRAMAS AGRÍCOLAS FEDERALES EN UN TERRITORIO RURAL DEL TRÓPICO MEXICANO

Vilaboa Arróniz Julio 319

MODELO DE NEGOCIO PARA MAÍCES NATIVOS: EL CASO DE LA COOPERATIVA DETHÄ DENNÏ EN TLAXCALA

Vázquez Rosales Jovita 321

VÍNCULOS DE COLABORACIÓN EN UNA MICROEMPRESA DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Pérez Gómez Elmar Apolinar 323

NIVELES DE CONFIANZA EN REDES DE CAFETICULTORES DE VERACRUZ

González Valencia Iván Jair 325

ARTICULACIÓN PRODUCTIVA Y GOBERNANZA DEL AGUA EN UNA COOPERATIVA DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Reséndiz Salinas Isidro 327

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE VERDOLAGA (Portulaca oleracea L.) EN CUAUTLA, MORELOS, MÉXICO

Santamaría Miranda Jessica 329

INNOVACIONES EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ EN MÉXICO, COSTOS Y VIABILIDAD

Gómez Pérez Dolores 331

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LOS PRODUCTORES DE MAGUEY-MEZCAL DE MIAHUATLÁN, OAXACA

Santiago López Olegario 333

TIPOLOGÍAS DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS EN SAN SEBASTIÁN ABASOLO, OAXACA

Solís López Cecilia 335

MANEJO FORESTAL COMUNITARIO Y DESARROLLO RURAL EN MÉXICO Y AMÉRICA LATINA: CONTROVERSIAS Y PERSPECTIVAS

Ortega Vargas Claudia Ivette 337

EVALUACIÓN FINANCIERA Y COMPARATIVA DE RENTABILIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA CONVENCIONAL Y SUSTENTABLE

Landa Vidal Erick Antonio 339

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA CAFETALERO DESDE UN ENFOQUE DE DESARROLLO RURAL EN OAXACA, MÉXICO

Ortiz Heraz Rosalía 341

Pág.

MODELO SUSTENTABLE PARA LA PROMOCIÓN BIOCULTURAL ANTE LA CRISIS GLOBAL

González Romero Iván Primitivo 343

MOVIMIENTOS ESTRATÉGICOS DE UNA AGROEMPRESA FAMILIAR Y LA RELACIÓN CON SU DESARROLLO

Montalvo López Ramsés 345

ESTRUCTURA DE COSTOS Y PUNTO DE EQUILIBRIO EN PRODUCCIÓN DE CARNE BAJO PASTOREO EN MICHOACÁN

Vélez Labrada José Luis 347

RENTABILIDAD DE AMARANTO EN PUEBLA

Ayala Garay Alma Velia 349

EL AGRONEGOCIO DEL CACAO, ANÁLISIS DEL MODELO TECNIFICADO EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL HUILA, COLOMBIA

Bravo Calderón Jaime Eduardo 351

EL SISTEMA PRODUCTIVO DEL AMARANTO (Amaranthus spp.) EN SAN MATEO COATEPEC

Reyna Izaguirre Diana América 353

PREVALENCIA DE CONSUMO DE ALCOHOL EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

García González Vanessa 355

EXPANSIÓN DE LA AGRICULTURA BAJO INVERNADERO Y PRESIONES SOCIOAMBIENTALES EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

Márquez Rosano Conrado 357

PERCEPCIÓN DE PROBLEMAS EN MICRO, PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESASAS (MIPYMES) DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Espejel Almeraya Aldo 359

OSCILACIONES Y RIESGOS DE LOS CULTIVOS BÁSICOS EN MÉXICO

González Estrada Adrián 361

ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA DE LOS CULTIVOS BÁSICOS DE MÉXICO

González Estrada Adrián 363

PLANTAS MEDICINALES COMO INFRAESTRUCTURA BIOCULTURAL DEL SISTEMA DE CUIDADOS EN IXTENCO, TLAXCALA

Hernández Hernández Ameyali 365

Pág.

RELACIÓN ENTRE EL COSTO DE AGROQUÍMICOS Y PREVALENCIA DE USO DE INGREDIENTES DE ALTA PELIGROSIDAD

Jerónimo Gómez David 367

PRODUCCIÓN DE LECHE DE BÚFALA Y OTROS DERIVADOS: ALTERNATIVA PARA LA DIVERSIFICACIÓN PECUARIA EN VERACRUZ

Arroyo Rocha Scarlett Montsserrat 369

Capítulo 9. Educación Agrícola 371

RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA: UN ANÁLISIS DEL COMPROMISO SOCIAL DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES

Sánchez González Genyshet 373

GENERACIÓN DE UN BOT: USO ÉTICO DE IA EN LA PREPARATORIA AGRÍCOLA DE LA UACh

Soto Espinoza Yschel 375

ATENCIÓN PRIMARIA A LA SALUD MENTAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA PREPARATORIA AGRÍCOLA UACh

Aguilera Peña Ma. de Lourdes 377

DESCOLONIZACIÓN Y DESPATRIARCALIZACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN (SEAES)

Mora Pizano Alma Rosa 379

POBREZA MULTIDIMENSIONAL: DESIGUALDADES ENTRE MUJERES Y HOMBRES

Mora Pizano María Guadalupe 381

GÉNERO, DIVISIÓN SEXUAL DEL TRABAJO Y REZAGO EDUCATIVO

Mora Pizano María Guadalupe 383

EDUCACIÓN ALIMENTARIA EN ADOLESCENTES DE NIVEL PREPARATORIA, EN PAPALOTLA, ESTADO DE MÉXICO

Reyes Canchola Rosaura 385

INNOVACIÓN EDUCATIVA MEDIANTE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP): RETOS Y OPORTUNIDADES EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Gómez Lozoya Enrique Armando 387

CRITERIOS TRANSVERSALES DEL SEAES: ANÁLISIS CONCEPTUAL FRENTE A UNA IMPLEMENTACIÓN SIMULADA

Aguilar Mondragón Ernesto 389

ESTRUCTURA Y DINÁMICA EN LA ASIGNACIÓN DE BECAS DE POSGRADO DE CHAPINGO (2012–2025)

Hernández Barboza Juan Carlos 391

Pág.

MODELO DE TUTORÍA INTELIGENTE (MTI) EN UN CAMPUS VIRTUAL: CASO DE ESTUDIO EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Soto Espinoza Yschel 393

ESTRATEGIAS ANDRAGÓGICAS COMO INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA LA RESILIENCIA ANTE EL HUANGLONGBING EN LA HUASTECA MEXICANA

Bravo Calderón Jaime Eduardo 395

ESTRATEGIAS PARA LIMITAR EMOCIONES NEGATIVAS EN RELACIÓN CON EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS

Sánchez Carrasco María Joaquina 397

CARTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN EN: EDUCACIÓN, AGROECOLOGÍAS Y SOBERANÍA ALIMENTARIA

Chávez Segura Pio Giovanni 399

DESARROLLO DE MÓDULO EXPERIMENTAL CON ESP32 Y R PARA ANÁLISIS DIDÁCTICO DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Olmedo Guadalupe 401

PROGRAMA DE FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DOCENTE

Soca Cabrera José Ramón 403

Capítulo 10. Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua 405

DESARROLLO DE PLATAFORMA SATELITAL INTEGRADA PARA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Correa Islas Javier de Jesús 407

DELIMITACIÓN DE ZONAS DE MANEJO EN PARCELA DE MAIZ

López Canteñs Gilberto de Jesús 409

SOFTWARE PARA LA MEDICIÓN DE ÁREA FOLIAR EN IMÁGENES DIGITALES MEDIANTE UN PATRÓN DE CALIBRACIÓN

Mota Delfín Canek 411

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE MEDICIÓN DE SENSORES DE BAJO COSTO PARA EL MONITOREO DEL CLIMA EN UN SECADOR SOLAR TIPO INVERNADERO

López Velasco Baltazar 413

ALGORITMO DE CAPTURA DE IMÁGENES DE LA GEOMETRÍA DEL BULBO HUMEDO EN RIEGO POR GOTEO

Cristóbal Muñoz Irouri 415

VARIABILIDAD TEMPORAL DE ÍNDICES DE VEGETACIÓN DE IMÁGENES MULTIESPECTRALES UAV

Murguía Cozar Álvaro 417

Pág.

SISTEMA DE MONITOREO DE RIEGO POR GOTEO A PARTIR DE VISIÓN ARTIFICIAL

Cristóbal Muñoz Irouri 419

MODELACIÓN DINÁMICA DE LA CAPTACION DE ENERGIA EN COLECTORES SOLARES DE TUBOS DE VACIO

Rosales Vicelis José Eduardo 421

UNIFORMIDAD DE LA CALIDAD ESPECTRAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN VERTICAL CON ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Fitz Rodríguez Efrén 423

EVALUACIÓN DEL MÉTODO SCS-CN EN LA CUENCA “RÍO CHAPINGO”, CON PRECIPITACIÓN PUNTUAL Y DISTRIBUIDA ESPACIALMENTE

Martínez Esquivel Erick Giovanni 425

COMPARACIÓN DE TRES MODELOS DE TRANSPIRACIÓN PARA JITOMATE (Solanum Lycopersicum) EN UN INVERNADERO

Luis Luis Luis Javier 427

PRECISIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE UNA SEMBRADORA MULTIGRANO PARA UN MOTOCULTOR

Ochoa Bijarro Juan Gabriel 429

SISTEMA DE RIEGO AUTOMATICO PARA PLANTULA EN CHAROLAS

Torres Sandoval Julio 431

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE PRESIÓN DE AIRE PARA NEUMÁTICO AGRÍCOLA

Cervantes Rodríguez Aldair 433

MODELO DE INTERACCIÓN DE BARRAS PRISMÁTICAS CON EL SUELO EN IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS

Gómez Águila María Victoria 435

EVALUACIÓN DE UNA MAQUINA TRILLADORA ESTACIONARIA DE QUINUA (Chenopodium quinua)

Muñoz Gómez Francisco 437

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN ARREGLO FOTOVOLTAICO

Gaona Ponce Bonifacio 439

COMPARACIÓN DE LAS TRES COCINAS SOLARES DE CONCENTRACIÓN

Romantchik Kriuchkova Eugueni 441

Pág.

VENTILADOR MECÁNICO NO INVASIVO (VMNI), DE PRECISIÓN POSITIVA CONSTANTE (CIPAP) PARA ATENCIÓN DE PACIENTES CON COVID-19 EN ZONAS RURALES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Castellanos Serrano Luis Tonatiuh 443

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS RESIDUAL EN DIGESTATOS DE LA CODIGESTIÓN DE RESIDUOS AVÍCOLAS CON SARGAZO

López Venegas Salma Madai 445

CONTROL SIMPLE DE TEMPERATURA DEL AIRE Y DPV EN UN INVERNADERO CON VENTILACIÓN NATURAL, CALEFACCIÓN Y NEBULIZACIÓN

Rosales Vicelis José Eduardo 447

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA UN SECADOR SOLAR TIPO INVERNADERO

Delin Ceme Raúl 449

SISTEMA DE CALEFACCIÓN SOLAR CON TUBERÍA RADIANTE EN INVERNADEROS - UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE

Fitz Rodríguez Efrén 451

TRATAMIENTO ELECTROQUÍMICO MODIFICADO PARA LA REMOCIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS CON NÍQUEL

Posadas Cano Carlos 453

METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN EFICIENTE DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO EN POZOS PROFUNDOS DE AGUA PARA RIEGO Y DOTACIÓN DE AGUA POTABLE EN ACUÍFEROS SOBREXPLOTADOS O ABATIDOS

Carrillo García Mauricio 455

ADMINISTRACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA MEDIANTE PERT: UN ESTUDIO DE CASO

Sánchez Astello Ma. Magdalena 457

CALIBRACIÓN DEL MODELO AQUACROP APLICADO AL CULTIVO DE ESPÁRRAGO (ASPARAGUS OFFICINALIS) EN CABORCA SONORA

López Hernández Gamaliel 459

EVALUACIÓN DE EXACTITUD DE ECUACIONES TEÓRICAS Y EXPERIMENTALES DE CAUDAL EN AFORADORES DE GARGANTA LARGA

Velasco Hernández Rubén 461

ADMINISTRACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA APLICANDO CPM: UN ESTUDIO DE CASO

Sánchez Astello Ma. Magdalena 463

Pág.

RELLENO DE DATOS FALTANTES DIARIOS DE TEMPERATURA MINIMA MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN ESTACIONES DEL ESTADO DE MEXICO

Cervantes Osornio Rocío 465

ECONOMÍA CIRCULAR COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DE GEI EN ACTIVIDADES PRODUCTIVAS RURALES EN EL CENTRO Y MONTAÑA DE GUERRERO

Escamilla García Pablo Emilio 467

MODELO ACOPLADO SIMPLIFICADO DE CLIMA Y CULTIVO DE JITOMATE (Solanum lycopersicum) EN INVERNADERO

Peña Chávez Jorge Antonio 469

PRONÓSTICO DE TEMPERATURAS MÁXIMAS MEDIANTE RED LSTM PARA LA ESTACIÓN 15016 EN ESTADO DE MÉXICO

Cervantes Osornio Rocío 471

MODELADO DE LA BIOMASA Y ACUMULACIÓN DE NITRÓGENO EN LECHUGA ACUAPONICA

Gómez Pérez Yessica Alejandra 473

TRANSPORTE DE METALES POTENCIALMENTE TÓXICOS EN EL SISTEMA SUELO–PLANTA: CASO Tagetes erecta

Juárez Flores Marilyn 475

Capítulo 11. Protección Vegetal 477

INCIDENCIA DE Neopestalotiopsis rosae (Maharachch., Hyde & Crous) EN VARIEDADES DE ZARZAMORA (Rubus spp.) EN LOS REYES DE SALGADO MICHOACÁN

Antonio Hernández Luis Eduardo 479

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LIMÓN PERSA (Citrus latifolia) Y AGUA EN EMPACADORAS DE LA REGIÓN NAUTLA García Bonilla Ángel de Jesús 481

COMPATIBILIDAD DEL PORTAINJERTO CM-334 SOBRE EL CHILE TABICHE

Elorza Pacheco Perpetuo 483

SELECCIÓN DE PARENTALES CON RESISTENCIA A ENFERMEDADES DEL ARROZ EN LA OBTENCIÓN DE F1

Almanza López Carolina 485

EFECTO DE PRODUCTOS ORGÁNICOS EN EL MANEJO in vitro DE Colletotrichum gloeosporioides Penz. AISLADO DE AGUACATE

Vargas Hernández Mateo 487

Pág.

ACEITES ESENCIALES DE ROMERO Y CANELA EN EL CONTROL DEL MANCHADO DEL ARROZ 489
Almanza López Carolina

CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE EXTRACTOS VEGETALES DE USO MEDICINAL EN AGROECOSISTEMAS DEL ESTADO DE VERACRUZ
Mazón Abarca Wendy Marisol 491

MANEJO DE LA MANCHA CAFÉ EN EL CULTIVO DE CHAMPIÑON (Agaricus bisporus)
Santiago Elena Eduardo 493

DESARROLLO DE UNA ESCALA DIAGRAMÁTICA DE SEVERIDAD FOLIAR DE LA ROYA EN PIMIENTA GORDA
Fajardo Franco Marja Liza 495

FITOSANIDAD Y SALUD PLANETARIA: LA PRODUCCIÓN DE CHILE (Capsicum annumm) EN SAN LUIS POTOSÍ
Vallejo Pérez Moisés Roberto 497

INTERACCIONES ANTAGÓNICAS ENTRE UN HONGO DE CORTEZA Y LA EPÍFITA Tillandsia recurvata EN Fraxinus pennsylvanica
Alarcón Rodríguez Norma Marina 499

Capítulo 12. Recursos Naturales y Biodiversidad 501

SUSTENTABILIDAD Y GOBERNANZA EN EL MANEJO FORESTAL COMUNITARIO EN UN EJIDO DE ZACATLÁN, PUEBLA
Huerta Vázquez Miriam Guadalupe 503

MODELO PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA EN UN ECOSISTEMA FORESTAL PROTEGIDO
Hernández Acosta Elizabeth 505

TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN FORESTAL EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA EL REALITO, SAN LUIS POTOSÍ
Castelán Lorenzo Mario 507

VEGETACIÓN ESTABLECIDA POR SUCESIÓN ECOLÓGICA EN UN JAL DE MINA
Hernández Acosta Elizabeth 509

ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y POSIBLES SOLUCIONES EN LA PRODUCCIÓN DE AGAVE-MEZCAL EN SANTA MARÍA QUIEGOLANI, OAXACA
Hernández Martínez Berenice 511

Pág.

PRESIÓN TERRITORIAL POR RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN SAN JUAN DEL RÍO
Noguez Camarillo Arisai 513

IMPACTO DE ORGANOCLORADOS EN AVES UN ENFOQUE BIBLIOMÉTRICO
Salvador Mendoza Daniela 515

META-ANÁLISIS SOBRE EL ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ
Tinoco Rueda Juan Ángel 517

CAPTURA DE CARBONO EN DIFERENTES USOS DE SUELO, REGIÓN SUR DEL ESTADO DE QUERÉTARO
Aguilar Sánchez Genaro 519

RESERVORIOS DE CARBONO AZUL EN SUELOS DE MANGLARES DE MARISMAS NACIONALES, NAYARIT
Hernández Hernández Eliseo 521

DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN TRES SISTEMAS CAFETALEROS EN HUATUSCO, VERACRUZ
Reyes Hernández Lisset 523

BIODIVERSIDAD DE PERENNES MULTIPROPÓSITO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ DE VERACRUZ
Tinoco Rueda Juan Ángel 525

ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE GEI EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE BOVINO EN MÉXICO
Acevedo Cruz Saulo 527

CARACTERIZACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN EL ESTADO DE MÉXICO
Pacheco Almaraz Victoria 529

MAPAS NOVOHISPANOS SIGLO XVII DE LA REGIÓN TEXCOCANA
Morett Alatorre Luis Gerardo 531

COLABORACIÓN CIENTÍFICA EN LA INVESTIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO
Serrano Páez Miriam 533

GEOVISUALIZADOR DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAISAJES DE MEXICO
Monterroso Rivas Alejandro Ismael 535

IRRADIANCIA CONNATURAL COMO MODULADOR DEL SISTEMA CLIMÁTICO
Rueda José A. 537

Pág.

APLICACIÓN DEL MODELO SWAT EN LA SUBCUENCA VALLE DE BRAVO-AMANALCO

Martínez Olaya José Ignacio 539

REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE AGUACATE, CHAYOTE Y CAFÉ BAJO CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN VERACRUZ, MÉXICO

Ruiz García Víctor Higinio 541

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA DE SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JUAN, QRO

Aguilar Sánchez Genaro 543

APORTES ECOLÓGICOS Y SOCIALES PARA LA CONSERVACIÓN DE Clinopodium mexicanum EN LOS ECOSISTEMAS REGIONALES

Morales Barrera Judith 545

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL Y CAMBIO DE USO DE SUELO DE Juniperus angosturana R.P. ADAMS EN EL ESTADO DE HIDALGO

Carrillo-Martínez Diego 547

CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES DESAFÍOS DE LA PRODUCCIÓN DE FRAMBUESA

Almaraz Ruiz Dulce Esmeralda 549

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO SOBRE LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO IN SITU DEL VENADO COLA BLANCA (Odocoileus virginianus Z.)

Almaraz Córdova Gwendolyn Leilani 551

DISTRIBUCIÓN REAL Y POTENCIAL DEL GÉNERO Amphipterygium (ANACARDIACEAE) EN MÉXICO

Sotelo Barrera Mireya 553

APICULTURA COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN EN ZONAS MAGUEYERAS EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA

Loaeza Santiago Blanca 555

IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS EN UN AGROECOSISTEMA EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA EN LA SIERRA SANTA MARTA

Castillo Vásquez Yoli Aidé 557

HONGOS ECTOMICORRÍZICOS COMESTIBLES Y BACTERIAS PROMOTORAS EN EL CRECIMIENTO DE Pinus greggii Engelm. ex Parl.

Suarez Villegas Lucero 559

Pág.

Capítulo 13. Carteles 561

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE FRUTOS DE PIÑUELA (Bromelia karatas L.)

Reyes Ramos Denis 563

BIOFORTIFICACIÓN CON NANOPARTICULAS DE ÓXIDO DE ZINC EN LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DE FLORES COMESTIBLES DE DALIA (Dahlia x hortorum)

Martínez Damián María Teresa 565

RECUBRIMIENTOS ADICIONADOS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA SOBRE LA CALIDAD POSCOSECHA DE PAPAYA (Carica papaya L.)

Martínez Damián María Teresa 567

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE AGUACATE TOLERANTES A DÉFICIT HÍDRICO MEDIANTE RESPUESTAS FISIOLÓGICAS

Reyes Quiroz Claudia 569

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ANTIOXIDANTES EN FRUTO DE AGUACATE NATIVO EN EL MUNICIPIO DE TEZIUTLÁN, PUEBLA

Sánchez Zacarías Fabiola 571

PODA Y ALTURA DE TALLO EN EL NÚMERO DE RAMAS Y CALIDAD DEL HIGO

Velázquez Cabañas Rocío Elizabeth 573

NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA AUMENTAN FLAVONOIDES, FENOLES Y CAPSAICINOIDES EN FRUTOS DE CHILE HABANERO

Pivaral Chávez Alexis Gabriel 575

EFECTO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZINC SOBRE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN Capsicum chinense Jacq.

Carlos López Zulema 577

NANOCOMPUESTOS DE ÓXIDO DE SILICIO–COBRE COMO MODULADORES DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN Solanum lycopersicum

Jarero Hernández Alejandra 579

IMPACTO DE LAS NANOPARTÍCULAS DE PLATA (Nps Ag) EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL TOMATE

Rojas Sandoval Leticia 581

IMPACTO DE CONSORCIOS DE TRICHODERMA Y BACILLUS EN EL CRECIMIENTO DE PEPINO BAJO INVERNADERO

Francisco Francisco Nazario 583

VARIABILIDAD AGROMORFOLÓGICA DE CHILE TABICHE (Capsicum annuum L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

Hernández Reynaldo 585

Pág.

RESISTENCIA A VIRUS EN COLECTAS DE TOMATE DE CASCARA (Physalis ixocarpa Brot. Ex Horn.)

Peña Lomelí Aureliano 587

CARACTERIZACION DE CHILE CHILTEPÍN (Capsicum annuum var. glabriusculum) MEDIANTE ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES

García Villaseñor Julio César 589

EFECTO DEL EXTRACTO ACUOSO DE LLANTÉN MENOR (Plantago lanceolata) EN LA PRODUCCIÓN DE PEPINO (Cucumis sativus L.)

Hernández Soto Iridiam 591

SOLUBILIZACIÓN DE FÓSFORO POR Saccharomyces paradoxus EN BIOLES ELABORADOS CON PULPA DE CAFÉ

Sánchez Carrillo Román 593

GERMINACIÓN in vitro DE DOS CULTIVARES DE ALCATRAZ (Zantedeschia aethiopica Spreng)

Juárez Hernández Ma. de Jesús 595

EFECTO DE BACTERICIDAS AGRÍCOLAS EN EL ESTABLECIMIENTO IN VITRO DE BROTES ETIOLADOS DE AGUACATE

Monroy González Isai 597

EFECTO DE SILICIO EN EL CULTIVO IN VITRO DE AGUACATE

Abarca Cervantes Alma Delia 599

ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE RASGOS DE LA ESPIGA DE UNA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE CHÍA (Salvia hispanica L.)

Mérida Hernández Dalila 601

COMPUESTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN COLECTAS DE HOJAS DE NÍSPERO Eriobotria japónica L.

Peña Ortega Margarita Gisela 603

GENOTIPIFICACIÓN POR SECUENCIACIÓN Y PROCESAMIENTO BIOINFORMÁTICO DE VARIANTES GENÉTICAS DE LÍNEAS DE TOMATE

Paredes Cervantes Ana Elizabeth 605

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE CUATRO ETNOTAXA DE Agave salmiana Otto ex Salm-Dick (ASPARAGACEAE)

Romero Cervantes Imelda 607

ANÁLISIS BIOINFORMÁTICO DE CÓDIGOS DE BARRAS PARA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE Pinus EN MÉXICO

Sandoval Estrada Fátima Lizeth 609

Pág.

Sesbania sesban: ALTERNATIVA FORRAJERA PARA SISTEMAS GANADEROS EN EL VALLE DE MEXICALI

Galicia Juárez Marisol 611

ADICIÓN DE PROBIÓTICO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDA SOBRE LAS VARIABLES DE PRODUCCIÓN

Guarda Ayala Jonathan 613

SUPLEMENTO PARENTERAL DE MICROMINERALES EN CABRITOS NEONATOS SOBRE LA GANANCIA DE PESO EN LA MIXTECA DE OAXACA

Juárez López Brenda Nayeli 615

SUPLEMENTACIÓN DE VITAMINA A EN LA GESTACIÓN CAPRINA: EFECTO SOBRE EL PESO NEONATAL

Juárez López Brenda Nayeli 617

SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN FINALIZACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Apaez Barrios Jairo 619

INFLUENCIA DE LA CONDICIÓN CORPORAL EN LOS PARÁMETROS SEMINALES DEL SEMENTAL BOVINO

Noyola Apolonio Blanca Olga 621

CALIDAD DEL HUEVO DE TRASPATIO EN GUERRERO Y OAXACA

Saavedra Jiménez Luis Antonio 623

INFLUENCIA DE DOS DILUYENTES SEMINALES EN LA CALIDAD ESPERMÁTICA Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN CONEJAS

De La Cruz Cruz Vicente 625

EVALUACIÓN DE EMISIONES DE METANO ENTÉRICO EN BECERRAS HOLSTEIN EN CONDICIONES DE PASTOREO INTENSIVO

Prado Ramírez Gabriela Sinaí 627

DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICIÓN DE CAFETALES EN LADERAS DE TLAXCALANTONGO, PUEBLA

Rodríguez Flores Zayner Edin 629

SENSORES ÓPTICOS Y ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES PARA IDENTIFICAR LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN SOYA (Glycine max L.)

Bojórquez Chaires Oscar Antonio 631

CRECIMIENTO DE Billbergia pallidiflora Liebm. EN DIFERENTES CONCENTRACIONES DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA STEINER

Juárez Hernández Ma. de Jesús 633

Pág.

EFECTO BIOESTIMULANTE DE EXTRACTOS DE Arthrospira máxima EN EL CULTIVO DE FRESA

Díaz Avilés David 635

ACTIVIDAD INHIBIDORA DE LA ENZIMA CONVERTIDORA DE ANGIOTENSINA I EN HIDROLIZADOS PROTEÍNICOS DE CARNE DE CABRITO COMPLEMENTADOS CON SELENIO

Pérez Ramírez Silvia Cinthia 637

ELABORACIÓN DE QUESO PANELA CON PROPIEDADES FUNCIONALES MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE INULINA Agave Tequilana Weber

Ascencio Díaz Johnny 639

EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE UNA BEBIDA LÁCTEA CON PREBIÓTICOS

Tenorio Hernández Joshua Alejandro 641

EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE HELADO DESLACTOSADO CON PREBIÓTICOS AR2 DEL PLÁTANO

Morales Herrera Odalis 643

EVALUACIÓN DE ANTOCIANINAS EN EL ATOLE AGRIO PREPARADO CON MAÍZ MORADO (Zea mays L.)

Tepixtle Colohua Verónica Virginia 645

MANEJO DE FRUTAS EN POSTCOSECHA CON ENVASE INTELIGENTE

Valle Guadarrama Salvador 647

IMPACTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE JUGO DE GRANADA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE UNA CERVEZA IPA

López Perea Patricia 649

COMPOSICIÓN PROXIMAL Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE Hericium erinaceus COMO INGREDIENTE FUNCIONAL EN ALIMENTOS

Hernández Rivera Ana Bethsi 651

DIFERENCIAS PROXIMALES ENTRE HARINA DE CHAPULÍN NINFAL Y ADULTA

Candelario Aguirre Luisa 653

ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE COLOR EN ENCAPSULADOS DE CEDRÓN (Aloysia citrodora) Y BUGAMBILIA (Bougainvillea)

Olvera Márquez Fernando 655

SUPERVIVENCIA GASTROINTESTINAL DE PROBIÓTICOS IMPREGNADOS EN FRESAS MEDIANTE GRADIENTES DE PRESIÓN

Rodríguez Vázquez Rosa Luz 657

Pág.

IDENTIFICACIÓN DE ACETOGENINAS POR RMN-1H EN SEMILLAS DE Annona diversifolia Saff

Hernández González Ricardo 659

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN CODIGESTIONES DE CERDAZA: SARGAZO CON NANOPARTÍCULAS AÑADIDAS

Cazarez-Velasco Benjamín 661

BIOCONVERSIÓN DE RESIDUOS HORTOFRUTÍCOLAS MEDIANTE Tenebrio molitor EN CONDICIONES TROPICALES NO CONTROLADAS

Sánchez Santos Luis Felipe 663

PATRONES DE VARIABILIDAD AGROMORFOLÓGICA EN MAÍCES AZULES DE OAXACA

Chávez Servia José Luis 665

VARIACIÓN EN CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN MAÍCES AZULES DE OAXACA

Chávez Servia José Luis 667

CAMBIOS MORFOLÓGICOS EN RASGOS DE LA MAZORCA DERIVADOS DE LA ADAPTACIÓN EN POBLACIONES DE MAÍZ

García Vázquez Irais 669

EFECTO DE NANOPARTICULAS DE HIERRO EN EL RENDIMIENTO Y ACTIVIDAD ENZIMATICA EN FRIJOL ESCUMITE

Galaviz Barrón Alejandro 671

COLOR DE SÉMOLA EN TRIGO DURO CON ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES

Salcido Rosario Angélica 673

TITANIO EN EL CRECIMIENTO MORFOLÓGICO INICIAL DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum spp.)

Abarca Cervantes Alma Delia 675

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PERFIL LIGNOCELULÓSICO DE BIOMASA FOLIAR DE ASPARAGACEAE CON POTENCIAL PARA BIOENERGÉTICOS

Maceda Rodríguez Agustín 677

FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PARA EL CULTIVO DE PLANTAS MEDICINALES EN COMUNIDADES RURALES DE GUERRERO

Morales Barrera Judith 679

FORMACIÓN ENDÓGENA DE PREFERENCIAS, EXTERNALIDADES ASPIRACIONALES Y TRAMPAS DE BIENESTAR: UN MODELO MICROECONÓMICO DE INFLUENCIA INFORMATIVA Y SALUD MENTAL

Robledo Arroyo Rolando Javier 681

Pág.

REVISIÓN BIBLIOMÉTICA DE METODOLOGÍAS PARA LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA AGRÍCOLA

Cantero Medina Guillermo 683

PERCEPCIÓN DE HORTICULTORES SOBRE LA ESCASEZ DE MANO DE OBRA EN LA PRODUCCIÓN BAJO INVERNADERO

Rescendiz Gutiérrez Tonathiu 685

ARTICULACIÓN TERRITORIAL Y EFICIENCIA ECONÓMICA DEL TRANSPORTE DE MIEL HACIA LA CIUDAD DE MÉXICO

Luna Olea Reyna Azucena 687

CARACTERIZACIÓN DEL MERCADO MEXICANO DE GRANOS BÁSICOS Y SU DEPENDENCIA ALIMENTARIA (1980-2024)

Caamal Pat Zulia Helena 689

EDUCACIÓN AMBIENTAL COMUNITARIA Y GOBERNANZA FORESTAL EN EL CERRO DE XALAPASCO, IXTENCO, TLAXCALA

Alarcón Rodríguez Norma Marina 691

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y ORDENAMIENTO DE LOS 653 ACUÍFEROS ADMINISTRATIVOS DEL PAÍS

Pérez Marroquín Guillermo Jesuita 693

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA EN CUENCA ALTA DEL RIO TEHUANTEPEC MEDIANTE REANÁLISIS CLIMÁTICO

Pérez Marroquín Guillermo Jesuita 695

MEDICIÓN DE NPK DEL SUELO AGRÍCOLA CON SENSOR DE SONDA Y ARDUINO

Ochoa Bijarro Juan Gabriel 697

IDENTIFICACIÓN DE HONGOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE DURAZNO EN EL ESTADO DE MÉXICO

Leyva Mir Santos Gerardo 699

ESPECIES DE FUSARIUM ASOCIADAS A PUDRICIÓN DE MAZORCA Y TALLO DE MAÍZ Y MICOTOXINAS EN MÉXICO

Leyva Mir Santos Gerardo 701

DIVERSIDAD DE HONGOS FITOPATÓGENOS Y AGENTES DE BIOCONTROL EN DURAZNO (Prunus persica (L.) Batch) MEXICANO

Cruz Flores Sandra Guadalupe 703

MANEJO QUÍMICO Y ORGÁNICO in vitro DE Cladosporium sp. PATÓGENO DE Phaseolus vulgaris

Vargas Hernández Mateo 705

Pág.

ESTRATEGIA BIOLÓGICA EN POSTCOSECHA CONTRA EL MOHO VERDE EN CÍTRICOS

Mancera Quintero Gissela Andrea 707

RESPUESTA DE LA DEFENSA HORMONAL EN TOMATE ANTE LA INTERACCIÓN MICORRIZA-INFECCIÓN VIRAL

Pecina Espinoza Gerardo 709

IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA MUERTE DESCENDENTE EN HIGUERA (Ficus carica L.) EN MÉXICO

Camacho Tapia Moisés 711

HIBRIDOS DE MELÓN (Cucumis melo L.) RESISTENTES AL VIRUS DEL AMARILLAMIENTO Y ENANISMO DE LAS CUCURBITACEAS CYSDV

Ávila García María Aurora 713

IDENTIFICACIÓN DE LA CHINCHE Pseudatomoscelis sp. Y SU FLUCTUACIÓN POBLACIONAL EN ALGODÓN CONVENCIONAL EN LA COMARCA LAGUNERA

Maltos Buendía Jorge 715

POLÍTICAS PÚBLICAS EN LA CARACTERIZACIÓN Y REGISTRO DE VARIEDADES VEGETALES NATIVAS EN MÉXICO

Ramírez Vázquez Jessica 717

ENFOQUES MORFOLÓGICOS Y MOLECULARES REVELAN EL PRIMER REGISTRO DE Sepultariella semiinmersa EN MÉXICO

Ramírez Mendoza María del Rosario 719

INOCULACIÓN DE Lactarius indigo (HONGO ECTOMICORRÍZICO COMESTIBLE) Y BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO EN PINOS

Suárez Villegas Lucero 721

Adendo 723

SUSTANCIAS HÚMICAS INCREMENTAN LA ACUMULACIÓN DE BIOMASA EN PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Italica)

Uitz Chin Ana Carolina 725

COMPATIBILIDAD DEL PORTAINJERTO CM-334 SOBRE EL CHILE TABICHE

Elorza Pacheco Perpetuo 727

SUSTANCIAS HÚMICAS INCREMENTAN EL RENDIMIENTO DE FRIJOL EJOTERO (Phaseolus vulgaris L.) CV. STRIKE

Uitz Chin Ana Carolina 729

SUSTANCIAS HÚMICAS INCREMENTAN LA ACUMULACIÓN DE BIOMASA EN PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Italica)

Pág.

Uitz Chin Ana Carolina 731

Capítulo 1. Agricultura Protegida y Horticultura

INFLUENCIA DEL SILICATO DE CALCIO SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PIMIENTO PADRÓN

Yeriel O. Muñoz-Morales*; Uziel J. Landa-Rivera; Enrique Gamboa-Pierres; Isabel Alemán-Chávez; Guillermo Alafita-Vásquez; Liliana Lara-Capistrán

[1]Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, *Campus* Xalapa.

*mzmsyeriel@gmail.com

Introducción

Entre los cultivos con importancia económica y gastronómica destaca el pimiento Padrón (*Capsicum annuum* var. Padrón), ampliamente cultivado en regiones templadas y en sistemas protegidos debido a su alta demanda y valor agregado. A nivel mundial, el cultivo de chile registra más de 4 millones de hectáreas sembradas y más de 60 millones de toneladas producidas anualmente (FAO, 2023). En México, se reportan más de 150 mil hectáreas destinadas a *Capsicum* spp., siendo uno de los cultivos más representativos del sector hortícola (SIAP, 2024). El pimiento Padrón, aunque ocupa una menor superficie, ha ganado relevancia en mercados especializados por su sabor característico y potencial productivo. Entre las principales problemáticas del cultivo se encuentran: deficiencias nutrimentales, estrés hídrico, baja calidad fisiológica de las plantas, afectaciones por plagas y enfermedades, y limitaciones en el manejo del sistema radicular. Estas problemáticas impactan directamente en el rendimiento y calidad del fruto. En este contexto, la aplicación de silicio ha cobrado importancia debido a su capacidad para fortalecer estructuras celulares, mejorar la tolerancia al estrés, favorecer la absorción nutrimental y estimular procesos fisiológicos clave (Pavlovic *et al*., 2021). El Si, se ha empleado en cultivos como arroz, tomate y pepino, mostrando beneficios en crecimiento, resistencia y productividad. Por lo anterior se planteó como objetivo evaluar el efecto del silicato de calcio en diferentes dosis (0, 25, 50, 75 y 100 mg por planta) sobre el crecimiento y rendimiento del pimiento variedad Padrón en invernadero.

Materiales y métodos

El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero, se utilizaron plántulas de chile variedad Padrón con aproximadamente 5 cm de altura, las cuales fueron trasplantadas a bolsas negras de 5 kg con una mezcla de suelo, tepecil y materia orgánica, en proporciones 2:1:2, respectivamente. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos: 0, 25, 50, 75 y 100 mg por planta de silicato de calcio ($CaSiO_3$), cada uno con nueve repeticiones, con un total de 45 unidades experimentales. Las aplicaciones de silicio se realizaron vía drench cada 15 días a partir del trasplante. A los 67 días después del trasplante (DDT) se evaluó altura de planta con un flexómetro graduado en cm, diámetro de tallo con un vernier digital modelo Steren en mm, contenido relativo de clorofila (unidades SPAD) con un medidor portátil SPAD-502 Plus y rendimiento por planta (g). Estas variables se analizaron con análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias mediante prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) con el programa InfoStat.

Resultados y discusión

La aplicación de $CaSiO_3$ generó respuestas diferenciadas en el crecimiento y rendimiento del pimiento Padrón. La altura de planta y el diámetro del tallo mostraron incrementos significativos en dosis bajas, lo que sugiere un efecto estimulante del silicio sobre el desarrollo estructural, en concordancia con reportes que describen mejoras en el crecimiento vegetativo asociadas a este elemento (Luyckx *et al*., 2017). La dosis intermedia presentó valores menores, evidenciando una respuesta dependiente de la concentración aplicada. El contenido relativo de clorofila (SPAD) no mostró diferencias significativas entre tratamientos, indicando que los efectos observados no estuvieron relacionados con cambios detectables en la actividad fotosintética. En contraste, el

rendimiento por planta mostró una tendencia favorable en las dosis más altas, lo que coincide con estudios que señalan un posible efecto positivo del silicio sobre componentes productivos (Gómez-Merino *et al*., 2020 y Trejo-Téllez *et al.*, 2020). En conjunto, los resultados confirman que la respuesta del cultivo depende de la dosis aplicada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables evaluadas en chile variedad Padrón a los 67 DDT con diversas concentraciones de silicato de calcio.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Contenido relativo de clorofila (unidades SPAD)	Rendimiento por planta (g)
T1 TA	72.89 ± 4.88 ab	11.06 ± 0.56 b	51.81 ± 4.81 a	16.22 ± 1.16 b
T2 25 ($CaSiO_3$)	76.89 ± 5.01 ab	10.81 ± 0.92 b	49.46 ± 5.08 a	16.67 ± 1.23 b
T3 50 ($CaSiO_3$)	87.11 ± 6.16 a	11.87 ± 0.73 a	49.74 ± 3.51 a	14.78 ± 1.15 c
T4 75 ($CaSiO_3$)	70.11 ± 6.80 c	10.78 ± 0.63 b	50.98 ± 3.50 a	12.78 ± 1.03 d
T5 100 ($CaSiO_3$)	81.78 ± 6.69 bc	11.80 ± 0.67 ab	54.28 ± 5.13 a	19.33 ± 1.38 a

Medias ± DE con letras distintas en las columnas, indican diferencia significativa (Tukey, $P \leq 0.05$) n=9).

Conclusiones

La aplicación de silicato de calcio a una dosis de 50 mg^{-1} por planta influyó en la respuesta morfológica y a 100 mg por planta en la etapa productiva del pimiento Padrón, evidenciando efectos significativos en la altura de planta y el diámetro del tallo. La respuesta del cultivo fue dependiente de la dosis aplicada, observándose un mayor desarrollo estructural en dosis bajas y una tendencia favorable en el rendimiento con dosis alta. En conjunto, los resultados sugieren que el silicato de calcio puede constituir una alternativa de manejo para mejorar el crecimiento y potencial productivo del cultivo, siempre considerando una adecuada selección de la dosis.

Literatura citada

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2023). *FAOSTAT statistical database: Crops and livestock products* (data set). https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Gómez-Merino, F.C., Trejo-Téllez, L.I., García-Jiménez, A., Escobar- Sepúlveda, F.H., & Ramírez-Olvera, S.M. (2020). Silicon flow from root to shoot in pepper: a comprehensive in silico analysis reveals a potential linkage between gene expression and hormone signaling that stimulates plant growth and metabolism. *PeerJ,* 8, e10053. https://doi.org/10.7717/peerj.10053.

Luyckx, M., Hausman, J.F., Lutts, S. & Guerriero, G. (2017). Silicon and plants: current knowledge and technological perspectives. *Frontiers in Plant Science,* 8, 411. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00411.

Pavlovic, J., Kostic, L., Bosnic, P., Kirkby, E. A. & Nikolic, M. (2021). Interactions of silicon with essential and beneficial elements in plants. *Frontiers in Plant Science*, 12. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.697592

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). Avance de siembras y cosechas. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/

Trejo-Téllez, L.I., García-Jiménez, A., Escobar-Sepúlveda, F.H., Ramírez-Olvera, S.M., Bello-Bello, J.J. & Gómez-Merino, F.C. (2020). Silicon induces hormetic dose-response effects on growth and concentrations of chlorophylls, amino acids and sugars in pepper plants during the early developmental stage. *PeerJ*, 8, e9224. https://doi.org/10.7717/peerj.9224.

VARIABILIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES NATIVAS DE CHILE HUACLE (*Capsicum annuum L*) DEL ESTADO DE OAXACA

Hernández-Rios Viviana Areli[1*]; Carrillo-Rodríguez José Cruz[2*]; Chavéz-Servia José Luis[3]; Lozano-Trejo Salvador[2]; Vera-Guzmán Araceli Minerva[3]

[1, 2]Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca; [3]Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca.

*rioshdzrojas38@gmail.com; *jcarrillo_rodriguez@hotmail.com

Introducción

El chile (*Capsicum annuum* L.) tiene sus orígenes en el continente americano, específicamente México tiene una gran diversidad de recursos fitogenéticos de *Capsicum* y una amplia variabilidad genética de la especie *annum* (Aguilar-Meléndez et al., 2019). Además, es el segundo mayor exportador mundial de chiles frescos y el sexto exportador de chiles deshidratados (SIAP, 2024). En Oaxaca uno de los tipos de chile más importante a nivel cultural es el chile huacle, porque es el principal ingrediente del mole negro y es un platillo tradicional gastronómica (Mendoza et al., 2025). Sin embargo, las poblaciones nativas presentan una alta heterogeneidad genética, lo que puede traducirse en rendimientos variables, susceptibilidad a enfermedades y falta de uniformidad en las características de fruto. El objetivo del estudio fue seleccionar poblaciones de chile huacle, aplicando criterios agronómicos, fisiológicos, morfología de fruto, sanidad de planta y rendimiento, bajo el método pedigree en condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo de febrero-junio del 2025, abarcó la primera selección para la F2 en el invernadero del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, en las coordenadas 96º 43’ de W, 17º 04’ N, altitud de 1519 m. Las semillas de chile huacle se colectaron en San Juan Bautista Cuicatlán, perteneciente a la región cañada del estado de Oaxaca. En el estudio se utilizaron 16 poblaciones nativas de chiles huacle. La plantación se estableció en condiciones de invernadero, en camas con arreglo topológico a tres bolillos a una hilera, en cada parcela se establecieron 34 plantas. Las plantas fueron etiquetadas del 1 al 34, esto con el fin de llevar el registro genealógico de cada planta. Se estableció un diseño completamente al azar con 16 tratamientos. Durante el desarrollo del cultivo, se registraron cada 2 h, temperatura (°C) y humedad relativa (RH,%) mediante un data logging HOBO colocado a 0.40 m de altura respecto al piso, ubicado a mitad del invernadero. Las variables que se registraron fueron: altura de planta a los 30, 60 y 90 d después del trasplante, número de días a floración, número de días a fructificación, número de días a maduración, altura de bifurcaciones, número de frutos en el brote, número total de frutos por planta, peso total de frutos por planta, número de frutos al corte por planta, peso de frutos al corte por planta, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de pericarpio. La selección de plantas sanas se realizó considerando aquellas plantas con mayor número de frecuencias de fruto en cada nudo, frutos grandes, mayor concentración de frutos del primer estrato, sin presencia de plagas, hongos o virosis. Con la información obtenida, se realizó un análisis de varianza mediante la prueba de medias de Tukey ($P < 0.05$), un análisis de componentes principales para reducir la dimensionalidad de las expresiones morfológicas entre las poblaciones y genealogías (variación intra y entre colecciones) y un análisis clúster para la obtención de grupos de poblaciones. Todos los análisis se realizaron bajo el programa estadístico SAS® versión 9.4.

Resultados y discusión

El análisis de varianza mostro diferencias altamente significativas en todas las variables a excepción del grosor de pericarpio que no hubo significancia; mientras que entre plantas no se mostraron significancia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de 16 poblaciones nativas de chile huacle

Variables	Genotipo	Planta	Media	Error	CV
Altura a los 30 ddt	848.6**	66.04ns	40.59	52.24	17.8
Altura a los 60 ddt	3976.96**	105.47ns	104.17	139.62	11.34
Altura a los 60 ddt	7415.58**	229.58ns	152.34	261.51	10.61
Días a floración	386.90**	33.82ns	40.14	39.75	15.7
Días a fructificación	1556.56**	129.78ns	55.97	146.37	21.61
Días a maduración	1688.95**	88.99ns	96.51	110.65	10.89
Altura de la bifurcación 1	414.49**	45.75ns	34.86	37.17	17.48
Altura de la bifurcación 2	615.80**	57.15ns	46.02	53.9	15.95
Número de frutos en el brote	33.98**	24.26ns	6.04	22.64	52.87
Número total de frutos	374.62**	32.91ns	16.16	76.03	31.62
Peso total de fruto fresco	515371.78**	78906.41ns	611.94	104491.02	28.44
Número de frutos al corte	245.11**	27.05ns	11.87	42.93	29.55
Peso de frutos al corte	433243.76**	54764.52ns	432.57	63390.46	30.83
Diámetro polar	202.12**	53.34ns	64.61	44.75	10.35
Diámetro ecuatorial	145.74**	23.55ns	51.33	19.92	8.69
Grosor de pericarpio	0.25ns	0.16ns	2.61	0.16	15.31

ddt= días después del trasplante; **= altamente significativa; ns=no significativa

La mayoría de las variables resultaron altamente significativas entre genotipos a excepción del grosor de pericarpio, esto demuestra que existe amplia variabilidad genética en las poblaciones nativas de chile huacle. Pérez-Mata et al. (2022) reportó que las poblaciones nativas conservan una plasticidad fenotípica clave para la adaptación, incluso en ambientes protegidos. Por otro lado, Ramírez-Arias et al. (2023) destacó que los componentes de rendimiento en chiles presentan una heredabilidad que permite la selección de genotipos.

Conclusión

De la variabilidad presentada en los 16 genotipos nativos, la CH-2-1 obtuvo mayor altura, mientras que la CH-2-2 en floración fue la más precoz y la población CH-15-2 fue la población de mayor rendimiento; esto confirma la amplia variabilidad genética en caracteres morfológicos y fenológicos entre los genotipos de chile huacle.

Literatura citada

Aguilar-Melendez, A. (2019). Los chiles que le dan sabor al mundo. México: IRD Éditions.

Pérez-Mata, A. S., López-Sánchez, H., Santacruz-Varela, A., & Valadez-Moctezuma, E. (2022). Variabilidad fenotípica y potencial productivo de genotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de ambiente protegido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13*(4), 645-658. https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2981

Ramírez-Arias, J., Martínez-Castillo, J., & Rodríguez-Guzmán, E. (2023). Selection of elite lines in native chili peppers based on yield components and fruit quality under greenhouse conditions. *Journal of Plant Breeding and Crop Science, 15*(2), 45-56. https://doi.org/10.5897/JPBCS2023.1004

Mendoza, E. P., Manzano, S. O. E., & Valdéz, J. A. (2025). El Chilhuacle, patrimonio culinario en peligro de extinción: voces de un campesino mexicano. *TURPADE. Turismo, Patrimonio y Desarrollo*, *4*(21).

SIAP. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2024). https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-entre-los-principales-productores-de-chile-verde-en-el-mundo-agricultura?idiom=es.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE FRUTOS DE CUATOMATE (*Solanum glaucescens* Zucc.) TIPO VERDE MOTEADO

Melissa Martínez-Arce[1]*; Ma Teresa Martínez-Damián[1]; Oscar Cruz-Álvarez[2]; Ma. de Jesús Juárez-Hernández[1]; Guadalupe Stefanny Aguilar-Moreno[3]

[1]Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. [2]Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. [3]SECIHTI. Universidad Autónoma Chapingo.

*al25510172@chapingo.mx

Introducción

El cuatomate (*Solanum glauncescens* Zucc.) es una especie nativa de la región de la Mixteca Poblana en proceso de domesticación. Sus frutos se han convertido en un producto hortícola apreciado por su valor en la alimentación, siendo un ingrediente importante dentro de la cocina regional. Esta especie tiene una gran diversidad biológica que precisa ser estudiada, rescatada y utilizada de forma sostenible ante los múltiples retos que enfrenta como recurso fitogenético con importancia para la alimentación. Estudios realizados han identificado que existen tres colores diferentes de frutos de cuatomate en su periodo de madurez comercial, considerándolos como tipos o posibles variedades, los cuales son verde, verde moteado y blanco-cenizo (Hernández-Rojas *et al*., 2020). De acuerdo con Mastretta-Yanes *et al*. (2019), para la conservación de especies nativas es necesario conocer y conservar la diversidad genética de las especies, así como utilizar esa diversidad para fortalecer la producción de alimentos y contrarrestar impactos ambientales. Considerando lo anterior, el objetivo de esta investigación fue realizar una caracterización morfológica y bioquímica de los frutos de cuatomate del tipo verde moteado, a partir de la medición de variables morfológicas y bioquímicas, para generar aportes científicos que contribuyan al reconocimiento de su diversidad biológica como fruto comestible.

Materiales y métodos

El material vegetativo correspondió a frutos de cuatomate del tipo verde moteado recolectados de árboles con más de dos años de producción en diferentes sitios geográficos del municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. De los frutos recolectados, se tomaron al azar 15 frutos para el análisis morfológico y 20 frutos para el bioquímico; estos últimos se agruparon en cuatro bloques de cinco frutos, los cuales se picaron y se mezclaron para obtener una muestra homogénea representativa. Las variables morfológicas evaluadas fueron peso fresco (g), diámetro (mm), longitud (mm) y número de semillas. Estas variables se determinaron con una balanza digital (OHAUS®) y un vernier digital mecánico (TRUPER®). Por otro lado, en el análisis bioquímico se evaluaron sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT). El contenido de SST se midió con un refractómetro digital (Pocket PAL-1) y el resultado se expresó en °Brix. La AT (% de ácido cítrico) se determinó de acuerdo con la metodología establecida por la AOAC (1990). El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva, en el programa SAS versión 9.3 y se registraron los valores de las medias ± la desviación estándar.

Resultados y discusión

Los resultados demuestran que los frutos de cuatomate verde moteado presentan una variabilidad natural de características morfológicas, principalmente en el peso fresco y número de semillas (Cuadro 1). Estos datos se encuentran dentro del rango de promedios reportado por Hernández-Rojas *et al*. (2020), en colectas realizadas de la especie en diferentes municipios de la Mixteca Poblana. Las características encontradas definen esta especie hortícola como un fruto

pequeño y redondeado. Con respecto a su composición bioquímica, el cuatomate presenta niveles bajos de SST y AT (Cuadro 2), valores similares a los obtenidos por Romero-Cruz *et al*. (2024), con 0.73 °Brix y 0.023 % ácido cítrico. De acuerdo con los resultados, el cuatomate se caracteriza como un fruto de sabor suave en comparación con otros de la familia *Solanum* (Figueroa-Cares *et al*., 2018).

Cuadro 1. Variables morfológicas de frutos de cuatomate tipo verde moteado (*Solanum glauncescens* Zucc.).

Variables	Valores
Peso fresco (g)	34 ± 22.1
Longitud (mm)	39.9 ± 35.1
Diámetro (mm)	41.9 ± 37.4
Número de semillas	240 ± 134

Los valores representan la media ± desviación estándar (n = 15).

Cuadro 2. Variables bioquímicas de frutos de cuatomate tipo verde moteado (*Solanum glauncescens* Zucc.).

Variables	Valores
Sólidos solubles totales (°Brix)	3.7 ± 2.7
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	0.043 ± 0.019

Los valores representan la media ± desviación estándar (n = 20).

Conclusiones

Se determinaron algunas variables morfológicas y bioquímicas del cuatomate tipo verde moteado, lo cual contribuye a la descripción biológica de este fruto nativo de México.

Literatura citada

Association of Analytical Chemists (AOAC). (1990). *Official methods of análisis*. 15th ed. Association of Analytical Chemists. Airlington, VA, EEUU. 689 pp.

Figueroa-Cares, I. E., Cruz-Álvarez, O., Martínez-Damián, M. T., Rodríguez-Pérez, J. E., Colinas-León, M. T., & Valle-Guadarrama, S. (2018). Calidad nutricional y capacidad antioxidante en variedades y genotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 35(*1*), 63-84.

Mastretta-Yanes, A., Bellon, M. R., Acevedo, F., Burgeff, C., Piñero, D., & Sarukhán, J. (2019). Un programa para México de conservación y uso de la diversidad genética de las plantas domesticadas y sus parientes silvestres. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(*4*), 321-334. https://doi.org/10.35196/rfm.2019.4.321

Hernández-Rojas, C. J., Sandoval-Castro, E., Ocampo-Mendoza, J., & Casillas-Zepeda, L. (2020). Caracterización de frutos de cuatomate (*Solanum glaucescens* Zucc.) en el sistema de traspatio de la Mixteca Poblana. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 30(*55*), 1-22. https://doi.org/10.24836/es.v30i55.830

Romero-Cruz, A., Vidals-Flores, R. I., López-Aranda, E., Luna-Esquivel N., y Escamilla-Ramírez, R. (2025). Caracterización física, química y funcional del fruto de cuatomate (*Solanum Glaucescens* Zucc) en dos estados de madurez. *Revista IPSUMTEC*, 7 (*2*), 196-203. https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v7i2.327.

RESPUESTA DE *Solanum lycopersicum* ANTE LA INOCULACIÓN POR *Fusarium oxysporum* DURANTE GERMINACIÓN

Ana Elizabeth Paredes-Cervantes[1*]; Juan Enrique Rodríguez-Pérez[1]; Jaime Sahagún-Castellanos[1]; Santos Gerardo Leyva-Mir[2]; Martha Hernández-Rodríguez[3]

[1]Departamento de Fitotecnia, [2]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. [3]Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo.

*paredescerv29@gmail.com

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza de mayor importancia económica a nivel mundial y base fundamental de la cultura gastronómica. No obstante, su producción es afectada por estreses bióticos y abióticos. El tomate es atacado por más de 200 enfermedades, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* es uno de los agentes causales del damping off y provoca la marchitez vascular (Chitwood-Brown et al., 2021). *F. oxysporum* causa pérdidas de producción que oscilan entre 60–80 % (Husaini et al., 2018). La infección puede iniciar desde el establecimiento del cultivo en semillas o sustratos contaminados, que consecuentemente reduce la germinación y el vigor por pudrición de semilla y, posteriormente, lesiones necróticas en radícula y plúmula (Paredes-Cervantes et al., 2025). La infección en semillas afecta la emergencia y la supervivencia inicial de las plántulas. Por ello, el objetivo de la presente investigación fue identificar la respuesta de 96 genotipos de tomate ante *F. oxysporum* durante germinación para utilizarlos como fuentes de resistencia en programas de mejoramiento.

Materiales y métodos

Se evaluaron 94 genotipos del Proyecto de Mejoramiento Genético de Tomate de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) y dos híbridos comerciales, Imperial® (Enza Zaden) y Topanga® (Rogers Seeds).

En la etapa de germinación la evaluación se llevó a cabo en una cámara germinadora (Lab-Tech Inc.®, modelo D-7140) a 28 ± 2 °C y 70 ± 5 % de humedad relativa, manteniéndose en oscuridad durante los primeros tres días y bajo luz artificial los siete días restantes. La unidad experimental (UE) consistió en una caja Petri de 5 cm de diámetro con papel filtro y 25 semillas. Las UE inoculadas recibieron 2 ml de la suspensión de inóculo (2.2×10^6 esporas ml^{-1}), mientras que a las unidades testigo se les agregó 2 ml de agua; posteriormente la UE fue regada con 0.5 ml de agua destilada estéril a los 3, 6 y 9 días después de la inoculación (DDI). Se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se registró diariamente durante diez días el número de semillas germinadas y de semillas dañadas por *F. oxysporum*. Se calculó el índice de velocidad de germinación (IVG) y el índice de velocidad de daño (IVD). A los 10 días DDI se registró la longitud de radícula (LRA, en cm), la longitud de plúmula (LP, en cm) y la longitud total (LTO, en cm) y peso seco total (PS, en mg).

Se realizó un análisis de varianza para las variables evaluadas con el paquete estadístico SAS® Studio versión 9.4. Comparaciones de media de Tukey y correlaciones de Pearson con las relaciones entre tratamientos y testigos.

Resultados y discusión

Los genotipos susceptibles en la etapa de germinación presentaron síntomas característicos ocasionados por la infección de *F. oxysporum* (crecimiento micelial algodonoso y ablandamiento en semilla*)* (Chitwood-Brown et al., 2021) a los tres días después de la inoculación; en plántulas germinadas hubo necrosis en tallo y plúmula. Además, se obtuvieron nuevas colonias de *F. oxysporum* a partir de semillas inoculadas, lo que corrobora los postulados de Koch.

De acuerdo con los análisis de varianza (Cuadro 1) se detectaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.01$) para el factor líneas en todas las variables. Con respecto a la inoculación por *F. oxysporum* y su testigo sin inoculación, modificó las variables evaluadas. Los coeficientes de variación tuvieron valores aceptables a excepción de LRA.

Cuadro 1. Análisis de varianza para caracteres fenotípicos en 96 líneas de tomate (*Solanum lycopersicum*) inoculadas con *Fusarium oxysporum* durante germinación.

FV	GL	GER		IVG		LP		LRA		LTO		PS	
LIN	95	127.6	**	14.6	**	3.3	**	5	**	14	**	335.9	**
FO	1	611.3	**	327.7	**	338.5	**	223.2	**	12	*	10265.6	**
L*FO	95	999.3	**	2.4	**	1.2	**	2.2	**	5	**	57.6	**
BLO	3	2.9		1.3		26.1		19.0		88.8		80.4	
Error	571	5.3		0.7		0.7		0.8		2.3		24.7	
Total	765												
CV %		12.3		16.5		22.3		41.9		25.4		24.6	
Media		18.8		5.0		3.8		2.1		5.9		20.2	

*significancia con $p \leq 0.05$; ** significancia con $p \leq 0.01$: FV: fuentes de variación; GL: grados de libertad; CV: coeficiente de variación; FO: inoculación (*F. oxysporum* vs testigo); LIN*FO: interacción; BLO: bloque; GER: germinación; IVG: índice de velocidad de germinación; LP: longitud de plúmula; LRA: longitud de radícula; LTO: longitud total; PS: peso seco.

Conclusiones

La inoculación con *F. oxysporum* tuvo efecto en las variables evaluadas y se detectó variabilidad en los genotipos evaluados, lo que indica que existe genotipos con mejor respuesta ante esta enfermedad que servirán como fuente de germoplasma para el mejoramiento de tomate.

Literatura citada

Chitwood-Brown, J., Vallad, G. E., Lee, T. G., & Hutton, S. F. (2021). Breeding for resistance to Fusarium wilt of tomato: A review. *Genes*, *12*(11), 1673. https://doi:10.3390/genes12111673

Husaini, A. M., Sakina, A., & Cambay, S. R. (2018). Host–pathogen interaction in Fusarium oxysporum infections: where do we stand?. *Molecular plant-microbe interactions*, *31*(9), 889-898. https://doi.org/10.1094/MPMI-12-17-0302-CR

Paredes-Cervantes, A. E., Rodríguez-Pérez, J. E., Sahagún-Castellanos, J., Leyva-Mir, S. G., Hernández-Rodríguez, M., & Deanda-Tovar, A. A. (2025). Response of *Solanum lycopersicum* L. to *Fusarium oxysporum* During Germination and Seedling Stages. *Agronomy*, *15*(9), 2089. https://doi.org/10.3390/agronomy15092089

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA Y SU APLICACIÓN EN GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Leticia Rojas-Sandoval[1*]; Óscar J. Ayala-Garay[1]; Jessica Ramírez-Vázquez[1]; J. Jesús Magdaleno-Villar[-2]; Rosa E. Sánchez-Fernández[3]; Elizabeth Navarro-Cerón[3].

[1]Posgrado de RGP-Producción de Semillas. Colegio de Postgraduados. [2]Departamento de Fitotecnia. [3]Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal (LANISAF). Universidad Autónoma Chapingo.

*rojas.leticia@colpos.mx

Introducción

La germinación de semillas constituye una etapa determinante para el establecimiento del cultivo y el rendimiento final; entre los promotores de germinación de semillas se encuentra el uso de nanomateriales. El mecanismo de acción de las nanopartículas de plata (Nps Ag) ha sido descrito por Mahakham *et al*. (2017), mencionan que, al interactuar con la cubierta de la semilla, alteran las paredes y membranas celulares creando pequeños poros que facilitan la absorción de agua en el proceso de germinación. No obstante, el impacto de las nanopartículas de plata en las plantas está determinado por el tamaño, la naturaleza, la cantidad y concentración de nanopartículas, así como, la especie y las condiciones de crecimiento de la planta, propiedades fisicoquímicas del suelo, biodisponibilidad de Nps Ag en el suelo y la disponibilidad de agua (Ansari *et al*., 2023). El objetivo del presente estudio fue sintetizar y caracterizar Nps Ag para su posterior evaluación en la germinación de semillas de tomate.

Materiales y métodos

Se realizaron seis síntesis de Nps Ag mediante el método de reducción química de sales metálicas, se usaron los reactivos $AgNO_3$ (precursor metálico), glucosa (agente reductor) y gelatina tipo A (estabilizante), NaOH para ajustar el pH y agua desionizada se utilizó la metodología propuesta por Aguilar Méndez *et al.* (2010) con algunas modificaciones. Para la caracterización de las Nps Ag, cada muestra se diluyó (1:40), después se colocó 1 mL en una celda de cuarzo y se midió su absorbancia en un rango de 200-800 nm usando un espectrofotómetro UV-Vis (Genesys G10S, Thermo Fisher Scientific™). El tamaño de las Nps Ag se observó en un microscopio electrónico de transmisión (FEI Tecnai G2 Spirit®) con un voltaje de aceleración de 120 KV, para dicho análisis se dispersó una gota de Nps Ag en acetona con agua desionizada (1:4) y se sonicó por 5 min, por último, se colocó una gota sobre una rejilla de cobre para su observación en el microscopio. Las Nps Ag sintetizadas se evaluaron sobre la germinación (%) y la velocidad de germinación de semillas de tomate del híbrido Adonis F1 a las concentraciones 20, 40 y 60 ppm más un testigo de agar-agua. Las Nps Ag suspendidas en agua desionizada se mezclaron con agar y se vertieron en cajas Petri, se dejó solidificar y se sembraron 20 semillas de tomate por cada caja Petri, en condiciones asépticas en una campana de flujo laminar, posteriormente reubicaron a un cuarto de germinación. El diseño experimental fue completamente al azar con seis repeticiones (cajas), la unidad experimental fue una caja Petri. La evaluación de la germinación comenzó a partir del día 1 después de la siembra (DDS), se registró diariamente la germinación (radícula ≥ 2 mm) hasta el momento en que germinó la última semilla.

Resultados y discusión

El espectro de UV-Vis mostró bandas de absorción entre 413.00 y 415.99 nm, estas bandas de absorción están asociadas a la resonancia de plasmones superficiales, lo que indica la formación de Nps Ag (Azizi *et al*., 2013). La caracterización en el microscopio electrónico de trasmisión indicó un tamaño promedio de 5.68 nm, sin aglomeración (Figura 1 izquierda).

En cuanto a la geminación (Figura 1 derecha) y la velocidad de germinación, el análisis de los datos identificó una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) sólo en el día 5 DDS, el tratamiento de 40 ppm de Nps Ag en el día 5 presentó mejor germinación y velocidad de germinación en comparación con los demás tratamientos. Salih *et al.* (2022) reportan que las Nps Ag en concentración 5 mg L^{-1} incrementa significativamente la tasa de germinación (96.7 %) de semillas de tomate. Por su parte Ayala *et al.* (2014) indican que el mayor vigor de las semillas favorece la velocidad de germinación; sin embargo, esta ventaja se pierde cuando las semillas se evalúan en condiciones óptimas. Este sería el caso del tratamiento Nps Ag a 40 ppm que promovió mejor germinación y velocidad de germinación a 5 DDS, y que esta diferencia se perdió en los días posteriores dado que la prueba de germinación se dio en condiciones óptimas.

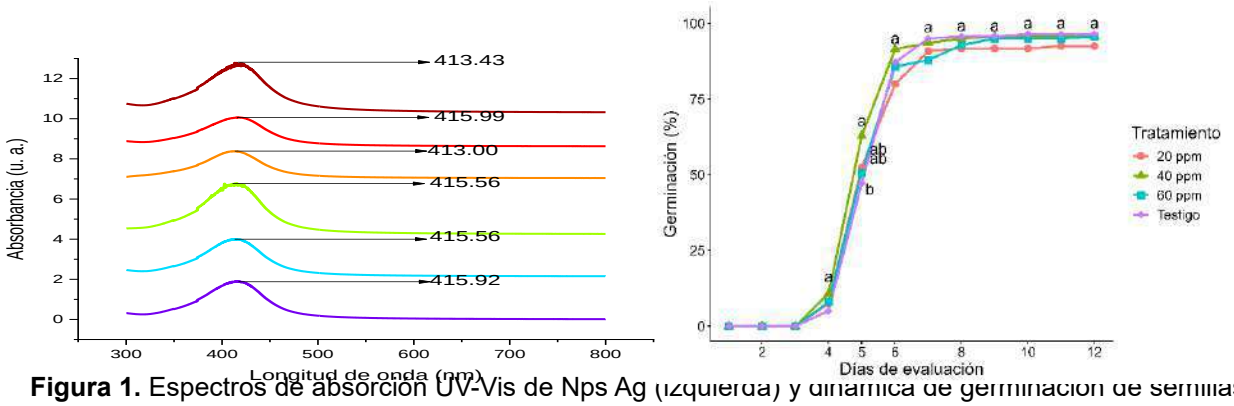


Figura 1. Espectros de absorción UV-Vis de Nps Ag (izquierda) y dinámica de germinación de semillas de tomate expuestas a diferentes tratamientos de Nps Ag (derecha). Letra diferente en la misma columna significa estadísticamente diferente con $p \leq 0.05$.

Conclusiones

La síntesis de Nps Ag por el método de reducción química de sales es reproducible y replicable; la concentración de 40 ppm promovió un mayor porcentaje de germinación al día 5, posterior a este día el porcentaje de germinación se uniformizó en los tratamientos.

Literatura citada

Aguilar-Méndez, M., San Martín-Martínez, E., Ortega-Arroyo, L., Cobián-Portillo, G., & Sánchez-Espíndola, E. (2010). Synthesis and characterization of silver nanoparticles: effect on Phytopathogen *Colletotrichum gloesporoides*. *J Nanopart Res*, 13, 2525-2532. doi:10.1007/s11051-010-0145-6

Ayala-Villegas, M. J., Ayala-Garay, O. J., Aguilar-Rincón, V. H.y Corona-Torres, T. (2014). Evolución de la calidad de semilla de *Capsicum annuum* L. durante su desarrollo en el fruto. *Rev. Fitotec. Mex.*, 37 (1), 79-87. https://doi.org/10.35196/rfm.2014.1.79

Azizi, S., Mamvar, F., Mahdavi, M., Bin-Ahmad, M., & Mohamad, R. (2013). Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Brown Marine Macroalga, Sargassum Muticum Aqueous Extract. *Materials*, 6, 5942-5950. doi:10.3390/ma6125942

Mahakham, W., Sarmah, A. K., Meansiri, S. & Theerakulpisut, P. 2017. Nanopriming technology for enhancing germination and starch metabolism of aged rice seeds using phytosynthesized silver nanoparticles, *Scientific Reports*, 7. e8263. DOI:10.1038/s41598-017-08669-5 1

Salih, A. M., Qahtan, A. A., Al-Qurany, F. & Al-Munqedhi, B. M. 2022. Impact of biogenic Ag-containing nanoparticles on germination rate, growth, physiological, biochemical parameters, and antioxidants system of tomato (*Solanum tuberosum* L.) In vitro. *Processes*, 10, 825-836. doi:10.3390/pr1

EL CAOLÍN PROMUEVE EL ENGROSAMIENTO DEL TALLO EN PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*)

Tatiana Santiago-García[1]; Sara Monzerrat Ramírez-Olvera[1*]; Víctor Manuel Ordaz-Chaparro[1]; Humberto Vaquera-Huerta[2]

[1]Posgrado en Edafología. [2]Posgrado en Socioeconomía Estadística e Informática. Campus Montecillo.

*ramirez.sara@colpos.mx

Introducción

El cultivo del brócoli es una de las hortalizas con valor nutricional en la dieta humana, debido a que aporta vitaminas y compuestos antioxidante que mejoran en la salud (Raya- Montaño et al., 2018). La producción de plántulas de hortalizas de alta calidad permite a los productores disminuir la pérdida de semilla, reducir el tiempo hasta alcanzar la altura óptima de trasplante, minimizar la pérdida de plantas en suelo o sustrato a la adaptación del medio al trasplante final (Lazcano-Bello et al., 2021). El uso de sustrato y la incorporación de materiales como los minerales arcillosos puede mejorar las condiciones físicas y químicas en etapas de crecimiento de plantas. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la incorporación de caolín al sustrato sobre el crecimiento inicial en plantas de brócoli (*Brassica oleracea* var*. italica*).

Materiales y métodos

Semillas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cultivar Kingdome se emplearon en este estudio. Como sustrato se utilizó una mezcla de turba y perlita en proporción 1:1 (v/v). Posteriormente, el caolín se incorporó al sustrato en concentraciones de 0, 2, 4 y 6% (v/v), y la mezcla se colocó en bolsas de polietileno negro con capacidad de 250 cm^{-3}; en cada unidad experimental se estableció una semilla. La nutrición se realizó a los siete días después de la siembra, con base en la solución nutritiva Universal de Steiner (1984). Después de los 30 días de siembra se registró la altura de la planta con una regla graduada, el diámetro del tallo con un vernier digital, y el índice del verdor con el equipo SPAD-502 PLUS. La longitud de la raíz se midió desde la base del tallo hasta la punta de la raíz principal con una regla graduada. Para cada variable evaluada, se verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Posteriormente, se realizó análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), con el programa estadístico SAS 9.4.

Resultados y discusión

La aplicación de caolín no modificó significativamente la altura de planta (Figura 1A), el índice de verdor (Figura 1C) ni en la longitud de raíz (Figura 1D). En contraste, la concentración de 2% incrementó significativamente el diámetro de tallo con respecto al tratamiento testigo (Figura 1B). Dichos efectos se asocian con interacciones físicas y químicas en el entorno del sustrato y el tamaño de partícula del mineral derivadas en la composición (Yang et al., 2023). Estas características pueden modificar propiedades como la retención de agua, la dinámica de intercambio iónico y la disponibilidad nutrimental, influyendo indirectamente en procesos fisiológicos de la parte aérea. Asimismo, se ha documentado que el caolín puede contribuir a mejorar la absorción de agua y nutrimentos, optimizar la actividad fotosintética (Altaf et al., 2025).

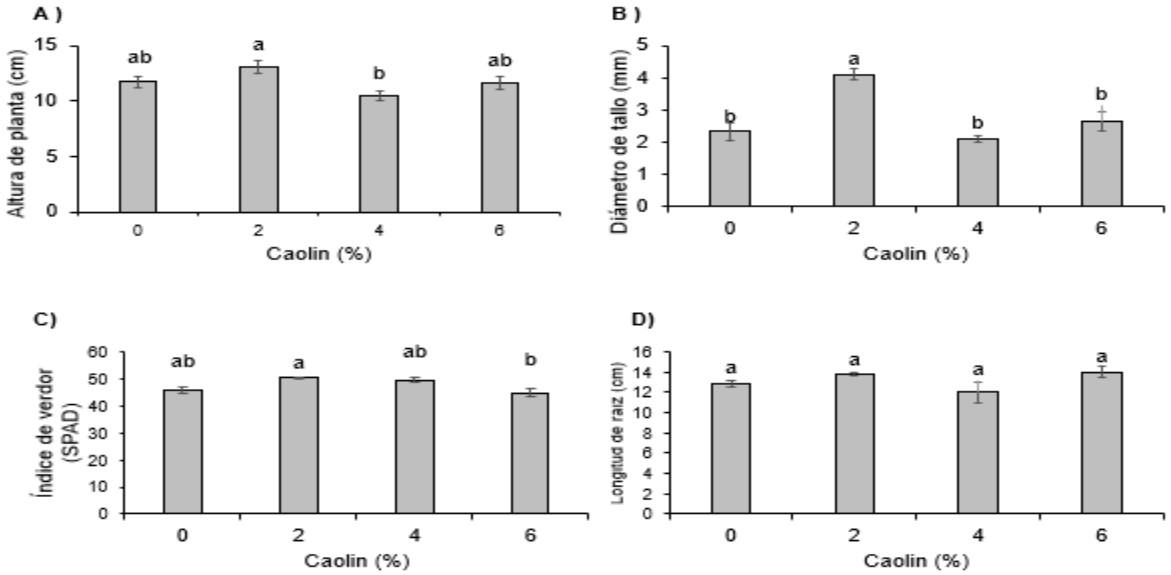


Figura 1. Efecto de diferentes concentraciones de caolín 0, 2, 4 y 6 % en las variables morfológicas de la planta de brócoli después de los 30 días de siembra. A) Altura de planta, B) Diámetro de tallo, C) Índice de verdor y D) Longitud de raíz. Medias ± EE con letras diferentes en cada subfigura indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusiones

La incorporación del caolín en el sustrato representa una estrategia eficaz para mejorar el crecimiento inicial de plántulas de brócoli, la concentración 2 % presentó como la más eficiente, al promover un mayor vigor y estabilidad mecánica durante la etapa de vivero, su utilidad puede fortalecer las plántulas destinadas al trasplante.

Literatura citada

Altaf, F., Ahmed, S., Khan, S. A., Ali, S., & Mansha, M. (2025). Environmental materials: CO_2-adsorbing clays for enhancing soil fertility and agricultural sustainability. *Materials Advances, 6*, 3264. https://doi.org/10.1039/d4ma01246a

Raya-Montaño, Y. A., Apáez-Barrios, P., Guillén-Andrade, H., & Lara-Chavez, M. B. N. (2018). Producción de brócoli en función del genotipo y dosis de nitrógeno. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(4-A), 537–542.

Lazcano-Bello, M. I., Sandoval-Castro, E., Tornero-Campante, M. A., Hernández-Hernández, B. N., Ocampo-Fletes, I., & Díaz-Ruíz, R. (2021*).* Evaluación de sustratos, solución nutritiva y enraizador en producción de plántulas de jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(1). https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2450

Steiner A.A. 1984. The universal nutrient solution. In: Proceedings of the Sixth International Congress on Soilless Culture, Wageningen, Netherlands. 633-650.

Yang, Y., Jaber, M., Michot, L. J., Rigaud, B., Walter, P., Laporte, L., Zhang, K., & Liu, Q. (2023). Analysis of the microstructure and morphology of disordered kaolinite based on the particle size distribution. *Applied Clay Science*, 232, 106801 https://doi.org/10.1016/j.clay.2022.106801

DIATOMITA EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE PLANTAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*)

Alma Lucero Temoxtle-Macuixtle; Sara Monzerrat Ramírez-Olvera*; Víctor Manuel Ordaz-Chaparro

Posgrado en Edafología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

*ramirez.sara@colpos.mx

Introducción

La diatomita es una roca sedimentaria de origen biogénico compuesta principalmente por dióxido de silicio, formada a partir de frústulas fosilizadas de diatomeas (Moale et al., 2021). En la agricultura, se ha utilizado por sus propiedades insecticidas y fungicidas, así como por su capacidad para mejorar la retención de agua y nutrimentos en el sustrato (Florescu et al., 2024). Además, al ser fuente de silicio, puede favorecer el crecimiento vegetal, aumentar el rendimiento y fortalecer la tolerancia a factores de estrés biótico y abiótico (Etesami & Jeong, 2020). Sin embargo, sus efectos pueden variar según la concentración aplicada. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de diatomita incorporadas al sustrato sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de brócoli.

Materiales y métodos

Semillas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) se sembraron en bolsas de polietileno negro con capacidad de 250 cm^3. El sustrato consistió en una mezcla de turba y perlita en proporción 70:30 (v/v). Los tratamientos de diatomita se incorporaron previamente al sustrato antes del llenado de las bolsas. Se estableció un diseño experimental completamente al azar con cuatro concentraciones de diatomita: 0, 2, 4 y 6 %, y cuatro repeticiones por tratamiento. El riego se realizó de manera manual durante todo el periodo experimental. Quince días después de la germinación se inició con la nutrición de las plántulas mediante la aplicación, vía riego, de la solución nutritiva universal Steiner al 30 %. A los 35 días después de la siembra se determinó el índice de verdor en dos hojas por plántula mediante un medidor portátil SPAD-502 Plus (Konica Minolta, Japón). Así como la altura de plántula (cm) y el diámetro de tallo (mm). Posteriormente, las plántulas se extrajeron cuidadosamente del sustrato con el fin de preservar la integridad del sistema radical. Las raíces se lavaron con agua corriente para eliminar residuos de sustrato, se retiró el exceso de humedad y se registró el peso fresco total por plántula. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y a una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), utilizando el software estadístico R.

Resultados y discusión

La aplicación 4 % redujo significativamente la altura de plántulas con respecto al testigo y al tratamiento 6 % (Figura 1A). En cuanto al diámetro del tallo, las aplicaciones 2 y 4 % provocaron una disminución significativa con relación al testigo (Figura 1B). En el índice de verdor, no se observaron diferencias significativas (Figura 1C). Finalmente, en el peso fresco total de plántulas, el tratamiento 4 % presentó un valor significativamente menor al testigo (Figura 1D). Aunque la diatomita puede mejorar las propiedades del sustrato y aportar silicio beneficioso para las plantas (Etesami & Jeong, 2020; Florescu et al., 2024), los resultados de este estudio muestran que su efecto depende de la concentración y no es lineal, y que bajo estas condiciones el aporte de silicio

no se tradujo en mejoras fisiológicas detectables, indicando la necesidad de validar dosis específicas según el cultivo y etapa de desarrollo.

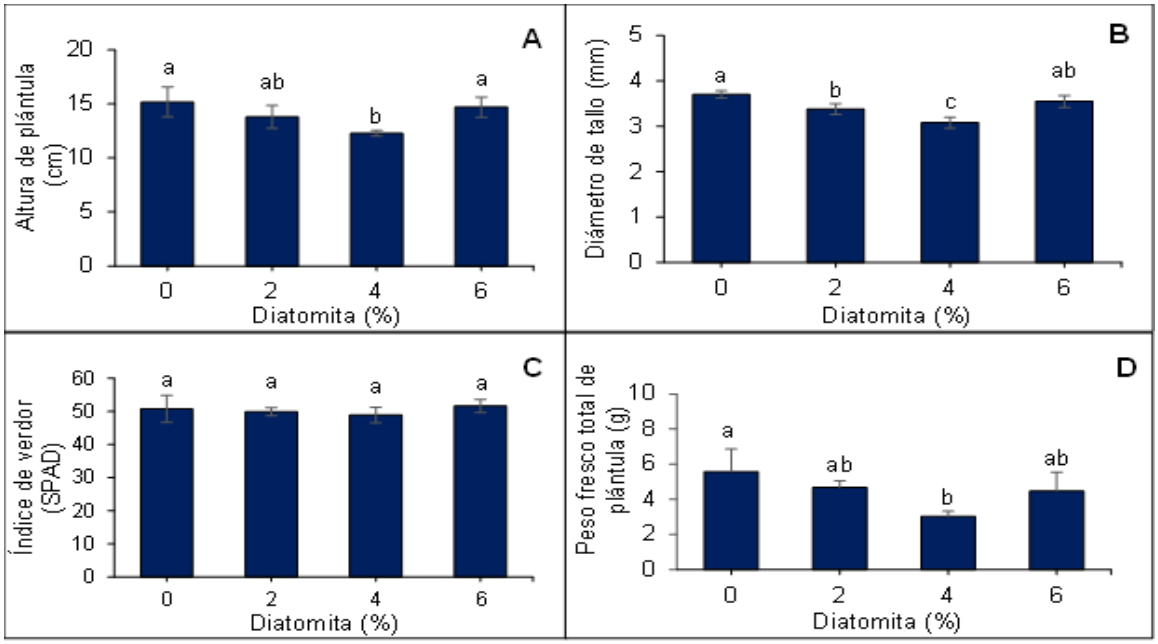


Figura 1. Altura de plántula (A), diámetro de tallo (B), Índice de verdor (C) y peso fresco total de plantulas (D) de brócoli tras la aplicación de diatomita. Medias ± DE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusiones

La diatomita afectó el crecimiento de las plántulas según la concentración. La aplicación 4 % redujo altura, diámetro de tallo y peso fresco, mientras que la concentración 6 % no generó efectos negativos y mantuvo el desarrollo vegetativo similar al testigo.

Literatura citada

Etesami, H., & Jeong, B. R. (2020). Importance of silicon in fruit nutrition: Agronomic and physiological implications. *Fruit Crops*, *19*, 255-277.

Florescu, I., Radu, I., Teodoru, A., & Chireceanu, C. (2024). Effect of the patarlagele diatomite on seed germination and growth of sunflower plants. *Romanian Agricultural Research*, *41*, 429-434.

Moale, C., Ghiurea, M., Sîrbu, C. E., Somoghi, R., Cioroianu, T. M., Faraón, V. A., Lupu, C., Trică, B., Constantinescu, D., & Oancea, F. (2021). Effects of Siliceous Natural Nanomaterials Applied in Combination with Foliar Fertilizers on Physiology, Yield and Fruit Quality of the Apricot and Peach Trees. *Plants 10*(11), 2395.

EFECTO DE LA ZEOLITA EN EL CRECIMIENTO DE LILIS (*Lilium* sp.)

María Magdalena Nevárez-Favela*; Víctor Manuel Ordaz Chaparro; Moisés Márquez Velázquez; Jair Dircio Salgado

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado en Edafología.

*nevarez.magdalena@colpos.mx

Introducción

El uso indiscriminado del recurso suelo, crea la necesidad de buscar medios alternativos para producir plantas en sustratos. Estos son el sostén de las raíces, pero no aportan nutrimentos a las plantas por lo que se les adiciona la solución nutritiva y otros materiales como la zeolita para aumentar la producción (Prisa et al., 2026).

Las zeolitas son aluminosilicatos capaces de retener y liberar agua; además, presentan selectividad por los iones de nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+), fosfato (PO_4^{2-}), sulfato (SO_4^{2-}) y potasio (K^+), que son asimilables por las plantas (Mondal et al., 2021). Los estudios han demostrado que la incorporación de zeolitas en el suelo o en los sustratos del cultivo mejora la retención de nutrientes, reduce la lixiviación, incrementa la disponibilidad de humedad y disminuye la dependencia de fertilizantes sintéticos y del riego (Prisa et al., 2026). Con la adición de zeolita al suelo se han obtenido mejoras en las características de crecimiento, número de flores, rendimiento y calidad en ornamentales y, en arroz y sábila (Hazrati et al., 2017; Jayasinghe et al., 2010; Zheng et al., 2018).

La zeolita se ha estudiado mayormente como mejorador de suelo, sin embargo, faltan más estudios que evalúen su efecto como componente de sustratos. Por ello, el objetivo del experimento fue evaluar el crecimiento de *Lilium* sp. 'Litouwen' cultivado en tezontle y solución nutritiva, con diferentes concentraciones de zeolita bajo condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

Se estableció un experimento en un invernadero del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, localizado en Texcoco, México. Se utilizaron bulbos de lilis, *Lilium* sp. 'Litouwen', de calibre 16/18, provenientes de Holanda. El trasplante se realizó en bolsas de polietileno de 40 x 40 cm, llenas con 12 L de tezontle y concentraciones de zeolita al 0, 3, 6 y 9 % (v/v), colocadas justo debajo de la base del bulbo, correspondientes a los tratamientos. Se colocó un bulbo por bolsa en un diseño completamente al azar con seis repeticiones. La nutrición se realizó mediante la solución universal de Steiner, iniciando al 25 % de su concentración en la primera semana y aumentando paulatinamente hasta llegar al 100 %. A los 80 días después del trasplante se cuantificaron el número de hojas y el número de botones florales. A los 101 días, cuando más del 50 % de los botones se encontraban abiertos, se registraron la altura de la planta, la altura del racimo floral y el diámetro de la flor. Posteriormente, se cortó la parte aérea para determinar el peso fresco; el material vegetal se secó en estufa a 70 °C hasta peso constante para obtener el peso seco y calcular el porcentaje de biomasa mediante la relación (peso seco/peso fresco) × 100. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en el programa R.

Resultados y discusión

La incorporación de zeolita en el tezontle, localizada en las raíces iniciales del bulbo, no influyó significativamente en las variables de crecimiento evaluadas con respecto al testigo (Cuadro 1), aun así, el tratamiento con 6 % de zeolita tuvo las medias más altas en número de botones y diámetro de la flor.

Bajo las condiciones de la presente investigación, el efecto positivo, no significativo estadísticamente, de la zeolita en las variables morfológicas altura de la planta, número de hojas, número de botones y diámetro de la flor, no es progresivo, es decir los valores de las variables no aumentan conforme lo hace la adición de la zeolita; por el contrario, disminuyen con la zeolita al 3 %, aumentan con la zeolita al 6 % (igualando o superando al testigo) y vuelven a disminuir con la zeolita al 9 %.

Cuadro 1. Variables evaluadas en plantas de *Lilium* sp. 'Litouwen'.

Zeolita (%)	Altura (cm)	Altura del racimo (cm)	Hojas (no.)	Botones (no.)	Diámetro de la flor (cm)	Biomasa (%)
0	117.8 ± 1.7 a	43.5 ± 3.6 a	106 ± 9.1 a	6.5 ± 1.4 a	22 ± 0.7 a	10.1 ± 1.6 a
3	113.7 ± 6.6 a	44.8 ± 1.9 a	105.3 ± 7.4 a	6.3 ± 0.8 a	21.8 ± 0.9 a	9.6 ± 0.6 a
6	117.7 ± 3.6 a	47 ± 2.3 a	110.7 ± 7.7 a	7.7 ± 0.8 a	22.8 ± 1.1 a	9.7 ± 1 a
9	114.3 ± 5.4 a	43.7 ± 4.5 a	106.2 ± 6.8 a	6 ± 1.3 a	21.4 ± 1.1 a	10 ± 1.3 a
DMSH*	7.6	5.3	12.6	1.8	1.6	11.0

Medias ± Desviación estándar. Las letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$). *DMSH: Diferencia Mínima Significativa Honesta.

Las zeolitas regulan la disponibilidad de agua y nutrimentos (Mondal et al., 2021), sin embargo, en este experimento estos se aportaron de manera puntual y conforme a las necesidades de las plantas por lo que se obtuvieron resultados similares entre el testigo y los tratamientos con zeolita. En investigaciones donde se ha incluido el factor estrés hídrico se han observado diferencias en morfología (Hazrati et al., 2017).

Conclusiones

La incorporación localizada de zeolita no generó diferencias estadísticamente significativas en las variables evaluadas de *Lilium* sp. 'Litouwen' en comparación con el tratamiento sin zeolita. Sin embargo, la adición de zeolita al 6 % generó las medias más altas en número de botones y diámetro de la flor.

Literatura citada

Hazrati, S., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Mokhtassi-Bidgoli, A., Modarres-Sanavy, S. A. M., Mohammadi, H., & Nicola, S. (2017). Effects of zeolite and water stress on growth, yield and chemical compositions of Aloe vera L. *Agricultural Water Management*, 181, 66-72. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.11.026

Jayasinghe, G. Y., Tokashiki, Y., Kinjo, K., Arachchi, I. D. L., Jayasinghe, G. Y., Tokashiki, Y., Kinjo, K., & Liyana-Arachchi, I. D. (2010). Evaluation of the use of synthetic red soil aggregates (SRA) and zeolite as substrate for ornamental plant production. *Journal of Plant Nutrition*, 4167, 1532-4087. https://doi.org/10.1080/01904167.2010.519085

Mondal, M., Biswas, B., Garai, S., Sarkar, S., Banerjee, H., Brahmachari, K., Bandyopadhyay, P. K., Maitra, S., Brestic, M., Skalicky, M., Ondrisik, P., & Hossain, A. (2021). Zeolites enhance soil health, crop productivity and environmental safety. *Agronomy*, 11(3). https://doi.org/10.3390/agronomy11030448

Prisa, D., Jamal, A., & Saeed, M. F. (2026). Applications and contributions of zeolites to addressing current environmental challenges. *Multidisciplinary Reviews,* 9(6), 1-9. https://doi.org/10.31893/multirev.2026303

Zheng, J., Chen, T., Wu, Q., Yu, J., Chen, W., Chen, Y., Siddique, K. H. M., Meng, W., Chi, D., & Xia, G. (2018). Effect of zeolite application on phenology, grain yield and grain quality in rice under water stress. *Agricultural Water Management,* 206, 241-251. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.05.008

DIATOMITA EN EL CRECIMIENTO Y DÍAS A LA FLORACIÓN DE PLANTAS DE *Lilium* cv. LITOUWEN

Alma Lucero Temoxtle-Macuixtle[1]; Víctor Manuel Ordaz-Chaparro[1]; Sara Monzerrat Ramírez-Olvera[1*]; Juliana Padilla-Cuevas[1]; Martha Hernández-Rodríguez[2]

[1]Posgrado en Edafología. [2]Posgrado en Genética. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

*ramirez.sara@colpos.mx

Introducción

En México el cultivo de *Lilium* sp. presenta una alta demanda comercial; no obstante, su competitividad depende del cumplimiento de estrictos parámetros de calidad, lo que incrementa los costos de producción debido al uso intensivo de fertilizantes y otros insumos (Cárdenas-Hidalgo et al., 2022). Ante este panorama, es necesario desarrollar estrategias que permitan optimizar el uso de estos recursos sin comprometer la calidad comercial de la flor. En este contexto, la diatomita ha mostrado efectos positivos en el crecimiento y rendimiento de las plantas (Florescu et al., 2024), así como aumentar la concentración de N, P, K y Si en el tejido foliar (Nascimento et al., 2021). Además, debido a sus propiedades físicas, su incorporación al suelo podría mejorar la disponibilidad y retención de nutrimentos, favoreciendo el desarrollo del cultivo y reduciendo el uso de insumos de síntesis química (Oliveira et al., 2023). Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de diatomita en la calidad y desarrollo de plantas de *Lilium*.

Materiales y métodos

Bulbos de *Lilium* cv. Litouwen se sembraron en bolsas de polietileno negro con capacidad de 14 dm^3. Cada bolsa contenía inicialmente 2 dm^3 de tezontle como sustrato. Se estableció un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones y cuatro concentraciones de diatomita (0, 1, 2 y 3 %); la dosis total correspondiente a cada tratamiento se fraccionó en tres aplicaciones. La primera aplicación se realizó al momento de la siembra, alrededor del bulbo, la segunda y tercera aplicación se efectuaron a los 30 y 60 días después de la siembra. Después de cada aplicación, se incorporaron 4 dm^3 de tezontle hasta completar el volumen total de la bolsa. El riego se aplicó mediante un sistema por goteo, suministrando la solución nutritiva universal Steiner a dosis crecientes, en función de la etapa fenológica. La cosecha se realizó cuando el primer botón floral inició su apertura. Posteriormente, se registraron las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de botones florales y días a floración. Con los datos obtenidos se efectuó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias Tukey, utilizando el programa estadístico R.

Resultados y discusión

La aplicación de diatomita al sustrato en concentraciones de 1, 2 y 3 % disminuyó significativamente la altura de plantas de *Lilium* (Figura 1A). Sin alterar significativamente el diámetro de tallo (Figura 1B), número de botones florales (Figura 1C) y días a floración (Figura 1D), respecto al tratamiento testigo. Al respecto se ha reportado que los efectos de la diatomita sobre el crecimiento vegetal dependen de la dosis, forma de aplicación y especie vegetal (Mills et al., 2019). Además, se ha reportado que los beneficios asociados a este material suelen manifestarse con mayor claridad bajo condiciones de estrés, donde el silicio presente en la diatomita puede mejorar la tolerancia de las plantas y su desempeño fisiológico.

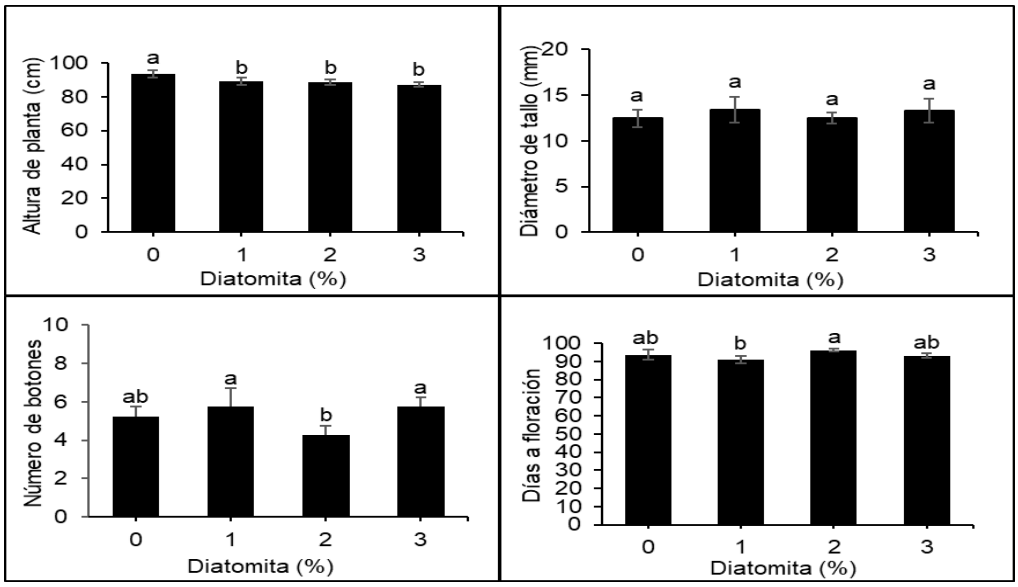


Figura 1. Altura de planta (A), diámetro de tallo (B), número de botones florales (C) y dias a floración (D) de plantas de *Lilium* cv. Litouwen posterior a la aplicación de diatomita. Medias ± DE con letras distintas en cada figura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusiones

La incorporación de diatomita al sustrato en concentraciones de 1, 2 y 3 % modificó el crecimiento vegetativo, al reducir la altura de planta, sin afectar de manera significativa variables asociadas al desarrollo reproductivo ni al grosor del tallo.

Literatura citada

Cárdenas-Hidalgo, D., Urbina-Sánchez, E., Valdez-Aguilar, L. A., Alejo-Santiago, G., Vázquez-García, L. M., & Reyes-Alemán, J. C. (2022). La solución nutritiva, vermicomposta y micorrizas sobre el rendimiento y calidad de Lilium hybrida 'Indian Summerset'. *Biotecnia*, *24*(3), 5-14.

Florescu, I., Radu, I., Teodoru, A., & Chireceanu, C. (2024). Effect of the patarlagele diatomite on seed germination and growth of sunflower plants. *Romanian Agricultural Research*, *41*, 429-434.

Mills, T., Dunn, B., Maness, N., & Payton, M. (2019). Use of Diatomaceous Earth as a Silica Supplement on Potted Ornamentals. *Horticulturae*, *5*(1), 21.

Nascimento, C.W., Do Silva, F. B., Da Araújo, P. R., Araújo, J., & Lins, S. A. (2021). Efficiency and recovery index of silicon of a diatomaceous Earth-based fertilizer in two soil types grown with sugarcane and maize. *Journal of Plant Nutrition*, *44*(16), 2347-2358.

Oliveira, A. J., Rangel, I. M., Rodrigues, F. A., Martins, A. D., Cavalcanti, V. P., Doria, J., & Pasqual, M. (2023). Acclimatization of sweet potatoes under in vitro application of diatomaceous earth. *Crop Science*, *95*(2).

TERMINACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN SEGÚN EL DESARROLLO DE LA VARA FLORAL DE *Laelia anceps*

J. Manuel Téllez-Casas; Olga Tejeda-Sartorius*

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado de Fruticultura.

*olgats@colpos.mx

Introducción

El uso de reguladores de crecimiento y la fertilización constituyen un manejo esencial en la producción comercial de orquídeas, pues aseguran calidad y estandarización, además de reducir el tiempo requerido para que se alcancen los estándares de mercado (Hoshino et al., 2023). Aunque existen investigaciones que abordan el papel de los fertilizantes minerales en la nutrición de orquídeas, la cantidad de estudios específicos es limitada y en muchos casos no se conoce con claridad la forma adecuada de aplicación para reducir el tiempo a floración y mejorar la calidad de la floración (Tejeda-Sartorius, 2024). Se evaluaron distintos momentos de terminación de la aplicación de fertilizaciones, según el desarrollo de la vara floral de *Laelia anceps* (Orchidaceae).

Materiales y métodos

Esta investigación se llevó a cabo en un orquideario del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, en el año 2024. La temperatura promedio fue de 29/13 °C diurna/nocturna. Se utilizaron plantas adultas de *Laelia anceps*. Se estableció un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 X 3, de la siguiente manera: i) factor 1 con dos tipos de fertilización: Peters professional ® (10-30-20) y Phytophos-K® (10-21-36), ambos a 1.0 g L^{-1}; factor 2 con tres momentos de terminación de aplicación de los tratamientos nutritivos, basados en tres etapas del desarrollo de la vara floral (E0, E2 y E4), conforme a lo señalado por Tejeda-Sartorius et al. (2017) para el desarrollo fenológico de la floración. Lo anterior generó seis tratamientos, cada uno con 5 repeticiones (Cuadro 1). La unidad experimental fue una planta en maceta. Se analizaron variables, i) vegetativas: brotes nuevos (BN), que posteriormente constituyen las estructuras de crecimiento que promoverán la floración actual (ECA); ii) reproductivas: tiempo a floración (TF), vida de la flor (VF), número de varas florales por planta (NVF/P) y número de flores por vara floral (NF/V). Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey (≤0.05). La totalidad de análisis estadísticos se realizaron con R Studio (versión 4.4.2).

Cuadro 1. Factores y niveles de estudio para el crecimiento y desarrollo floral de *Laelia anceps*.

Niveles Factor 1	Niveles Factor 2	CLAVES ID
Peters Professional 10-30-20	Fecha terminación 1: estado de desarrollo floral (E0)	PF1-E0
	Fecha terminación 2: estado de desarrollo floral (E2)	PF2-E2
	Fecha terminación 3: estado de desarrollo floral (E4)	PF3-E4
Phytophos-K 10-21-36	Fecha terminación 1: estado de desarrollo floral (E0)	PKF1-E0
	Fecha terminación 2: estado de desarrollo floral (E2)	PKF2-E2
	Fecha terminación 3: estado de desarrollo floral (E4)	PKPF3-E4

Resultados y discusión

Crecimiento vegetativo. Se presentaron diferencias significativas en el número de BN, en donde los tratamientos PKF1-E0 (6.2) y PF3-E4 (5.4) fueron superiores al resto de los tratamientos (Figura 1A).

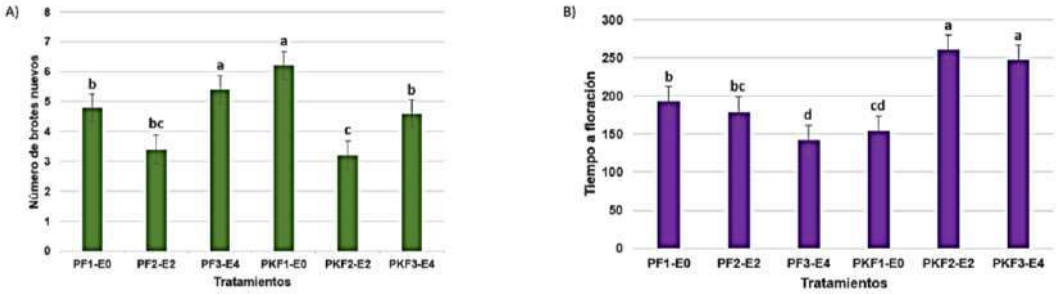


Figura 1. A) Formación de brotes nuevos, potencialmente inductivos a floración. B) Tiempo a floración por efecto de PBZ residual, tratamientos de nutrición y momento de terminación de la aplicación de tratamientos nutritivos. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, P≤0.05). Las claves de tratamientos se identifican en el Cuadro 1.

Desarrollo floral. En cuanto al tiempo a floración, el tratamiento PF3-E4 presentó el menor tiempo a floración (142 días), comparado con el tratamiento PKF2-E2 que registró el tiempo más largo (260 días), (Figura 1B). El mayor número de varas florales por planta (2), número de flores por vara (3.6) y mayor vida de la flor (20.5) se observó en el tratamiento PF3-E4 (Cuadro 2). Los datos de floración evaluados muestran que la fertilización prolongada hasta que el botón floral ha completado casi en su totalidad su llenado (Tejeda-Sartorius et al., 2017), promueve un menor tiempo a floración. Asimismo, algunos autores muestran que suspender la fertilización tardíamente resulta en plantas con mayor número de flores y menor aborto floral (Hoshino et al., 2023).

Cuadro 2. Efecto de fertilizantes y momento de terminación de aplicación de los tratamientos nutritivos en el desarrollo floral de *Laelia anceps*.

Tratamientos	NV/P	NF/V	VF
(PF1-E0)	0.8 bc	2.0 c	20 ab
(PF2-E2)	1.2 b	2.8 b	19.5 b
(PF3-E4)	2.0 a	3.6 a	20.5 a
(PKF1-E0)	0.6 c	1.4 c	20.7 a
(PKF2-E2)	0.4 cd	1.0 cd	19.5 b
(PKF3-E4)	0.2 d	1.0 d	20 ab

*Medias seguidas de letras distintas en cada columna son diferentes estadísticamente (Tukey, P≤0.05). NV/P: Número de varas por planta; NF/V: Número de flores por planta; VF: Vida de la flor.

Conclusiones

Se concluye que prolongar la fertilización hasta la totalidad del llenado del botón floral, es un manejo importante para reducir el tiempo a floración y la calidad floral de *Laelia anceps*.

Literatura citada

Hoshino, R. T., Junior, H. S., Tejo, D. P., Junior, S. P., Scherer, A. & Faria R. T. (2023). Mineral nutrition in orchids. *Agronomy Science and Biotechnology*, 9, 1-11. https://doi.org/10.33158/ASB.r178.v9.2023

Tejeda-Sartorius, O., Téllez-Velasco, M. A. y Trejo-Téllez, L. I. (2017). Características ornamentales de orquídeas silvestres y su propagación con fines comerciales. Alternativa de aprovechamiento sustentable *ex situ*. *Agro Productividad*, 10(6), 37-45.

Tejeda-Sartorius, O. (2024). Time to f lowering of ornamental orchids. Agro Productividad. https://doi.org/10.32854/agrop.v17i9.3045

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICA DE FRUTOS SILVESTRES DE *Pachycereus weberi* DE LA MIXTECA POBLANA

Gina Kelly Mendez-Castillo[1]*; María del Rosario García-Mateos[1]; Lyzbeth Hernández-Ramos[1]; Ana María Castillo-González[1]; Antonio Cortés-Jiménez[2]; Ma. Carmen Ybarra-Moncada[3].

[1]Departamento de Fitotecnia; [2]Departamento de Preparatoria Agrícola. [3]Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo.

*mendezcastilloginakelly@gmail.com

Introducción

Las cactáceas silvestres de México poseen potencial alimenticio y funcional poco documentado. En regiones semiáridas como la Mixteca Poblana, estas especies forman parte esencial de la biodiversidad local y de los sistemas tradicionales de aprovechamiento (Díaz-José et al., 2018). *Pachycereus weberi* (Coult.) Backeb es una cactácea columnar distribuida en Guerrero, Hidalgo, Morelos, Oaxaca y Puebla, cuyos frutos son consumidos de manera estacional por pobladores rurales. Sin embargo, a diferencia de otras cactáceas de importancia económica, existe escasa información científica sobre sus atributos nutricionales y nutracéuticos. En los últimos años, el interés por obtener alimentos con compuestos bioactivos ha incrementado debido a su posible contribución en la prevención de enfermedades crónico-degenerativas (Hoti et al., 2022). En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue determinar las características físicas, minerales, nutricionales y nutraceúticas de frutos silvestres de *P. weberi* provenientes de tres localidades de la Mixteca Poblana.

Materiales y métodos

Los frutos fueron recolectados de poblaciones silvestres de tres localidades ubicadas en el estado de Puebla: Cerro Gordo, Cuayuca de Andrade (18° 27' 51.3" N 98° 07' 16.1" W; 1,447 m), Totoltepec de Guerrero (18° 12' 36.5" N 97° 51' 32.2" W; 1,348 m) y Xaltianguis, Izúcar de Matamoros (18° 25’ 44.5” N 98° 29’ 13.9” W; 1,123 m). Para la certificación taxonómica se utilizaron muestras herborizadas representativas de ejemplares recolectados, las cuales se resguardaron en el Herbario “Jorge Espinosa Salas” de la Universidad Autónoma Chapingo. Los análisis físicos se realizaron en frutos completos. Los análisis mineral y proximal se determinaron en pulpa con semillas previamente deshidratada. El contenido mineral se determinó mediante espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP-AES), mientras que el contenido de nitrógeno total se determinó con el método Kjeldahl. El análisis proximal se realizó de acuerdo con los métodos de la AOAC (2005). Los compuestos nutracéuticos se cuantificaron en pulpa fresca con semillas mediante métodos espectrofotométricos. Los datos se expresaron como la media ± error estándar de cinco repeticiones y se analizaron mediante ANOVA bajo un diseño completamente al azar. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) con el software SAS versión 9.2.

Resultados y discusión

Los frutos silvestres de *Pachycereus weberi* presentaron un peso promedio de 84 g, con 43.86 % de mesocarpio y 56.14 % de epicarpio, lo que indica una fracción comestible relevante. Se detectaron concentraciones considerables de fósforo, calcio, magnesio, azufre y zinc (240.04, 81.98, 175.32, 206.23 y 1.64 mg · 100 g^{-1} p.s., respectivamente), minerales esenciales para funciones metabólicas en el organismo humano (Hoti et al., 2022). Los frutos mostraron pH de 5.05, 0.18 % de ácido málico y 13.31 °Brix, valores característicos de cactáceas en madurez de consumo (Kumar et al., 2021). El análisis proximal determinó 13.38 % de lípidos, 17.57 % de proteínas y 28.57 % de carbohidratos (base seca), con un aporte energético promedio de 304.16 kcal · 100 g^{-1}, lo que indica su potencial como fuente complementaria de macronutrientes en

zonas semiáridas. Las variables físicas, minerales y proximales mostraron comportamiento homogéneo entre localidades, por ello, se presentaron valores promedio representativos. En contraste, los compuestos nutracéuticos y la actividad antioxidante se muestran en el Cuadro 1. La variación entre localidades en la mayoría de las variables fue limitada; sin embargo, la actividad antioxidante determinada por ABTS mostró diferencias, con mayor valor en la Localidad 2. Estos resultados confirman la presencia de metabolitos capaces de neutralizar radicales libres y respaldan el valor funcional del fruto (Díaz-José et al., 2018).

Cuadro 1. Comparación de medias de los componentes nutracéuticos de los frutos de *P. weberi* provenientes de tres localidades de la Mixteca Poblana.

Variables	Localidad 1 Cuayuca de Andrade	Localidad 2 Totoltepec de Guerrero	Localidad 3 Xaltianguis
Compuestos fenólicos totales (mg EAG · 100 g^{-1})	242.16 ± 17.78 a	305.20 ± 34.26 a	244.04 ± 17.02 a
Flavonoides (mg EQ · 100 g^{-1})	5.93 ± 0.15 a	6.20 ± 0.34 a	6.45 ± 0.44 a
Betalaínas Totales (mg · 100 g^{-1})	19.97 ± 2.33 a	20.72 ± 1.64 a	17.54 ± 1.43 a
Betacianinas (mg · 100 g^{-1})	9.50 ± 0.86 a	9.96 ± 1.00 a	9.77 ± 0.70 a
Betaxantinas (mg · 100 g^{-1})	10.47 ± 1.72 a	10.76 ± 0.71 a	7.77 ± 0.75 a
Vitamina C (mg EAA · 100 g^{-1})	22.55 ± 2.02 a	20.65 ± 0.96 a	28.58 ± 2.90 a
AA por ABTS (mM ET · 100 g^{-1})	2.83 ± 0.44 b	4.47 ± 0.43 a	3.73 ± 0.30 ab
AA por FRAP (mM ET · 100 g^{-1})	2.69 ± 0.21 a	3.23 ± 0.23 a	2.89 ± 0.24 a

*Los datos se expresan como la media ± error estándar de cinco repeticiones con valores en peso fresco. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (Tukey, P≤*0.05*). AA: actividad antioxidante, EAG: equivalentes de ác. gálico, EQ: equivalentes de quercetina, ET: equivalentes de Trolox.

Conclusiones

Los frutos silvestres de *Pachycereus weberi* presentan contenidos relevantes de minerales, macronutrientes y compuestos bioactivos con actividad antioxidante. Estos resultados evidencian su potencial como recurso alimenticio en regiones semiáridas y aportan información científica que contribuye a la valorización y conservación de especies silvestres de la Mixteca Poblana.

Literatura citada

AOAC. (2005). Official methods of analysis (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, USA.

Díaz-José, J., Morales-Ríos, V., García-Martínez, H., & Tepole-Pérez, J. (2018). Servicios ecosistémicos y seguridad alimentaria: el caso de plantas silvestres para el consumo humano en comunidades indígenas de México. *Las ciencias sociales y la agenda nacional. Reflexiones y propuestas desde las Ciencias Sociales,* 5, 453-467. https://www.comecso.com/ciencias-sociales-agenda-nacional/cs/article/view/1130

Hoti, G., Matencio, A., Rubin-Pedrazzo, A., Cecone, C., Appleton, S. L., Khazaei-Monfared, Y., Caldera, F., & Trotta, F. (2022). Nutraceutical Concepts and Dextrin-Based Delivery Systems. *International Journal of Molecular Sciences,* 23, 1-47. https://doi.org/10.3390/ijms23084102

Kumar, S., Louhaichi, M., Palsaniya, D. R., Tirumala, K. K., Ahmad, S., Rai, A. K., Sarker, A., Hassan, S., Liguori, G., Kumar, G. P., Govindasamy, P., Prasad, M., Kumar-Mahawer, S., & Appaswamygowda, B. H. (2021). Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) Productivity, Proximal Composition and Soil Parameters as Affected by Planting Time and Agronomic Management in a Semi-Arid Region of India. *Agronomy,* 11(8). https://doi.org/10.3390/agronomy11081526

POTENCIAL AGROALIMENTARIO Y FUNCIONAL DE LOS FRUTOS DE *Isolatocereus dumortieri*, CACTÁCEA SUBUTILIZADA NATIVA DE MÉXICO

Lyzbeth Hernández-Ramos[1,2*]; María del Rosario García-Mateos[1], Antonio Cortés Jiménez[3]

[1]Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia; [2]SECIHTI; [3]Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

*dgips.invest12@chapingo.mx

Introducción

El cultivo de diversas cactáceas representa una alternativa para el desarrollo de regiones semiáridas de México debido a su adaptabilidad al cambio climático y potencial productivo. Aunque México es centro de origen y posee alta diversidad de cactáceas nativas (González-Elizondo et al., 2017), muchas permanecen subutilizadas y poco estudiadas en términos de su calidad nutricional y nutracéutica. La creciente demanda de alimentos funcionales ha incrementado el interés en frutos ricos en compuestos antioxidantes, como son los provenientes de cactáceas. Pese a ello, son escasas las cactáceas columnares evaluadas por su valor nutricional y potencial nutracéutico; entre ellas destacan especies de los géneros *Myrtillocactus*, *Pachycereus* y *Stenocereus*. No se han reportado estudios sobre las propiedades fisicoquímicas, la composición nutricional y el potencial nutracéutico de los frutos de *I. dumortieri*. En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar los componentes nutricionales y antioxidantes de frutos de *Isolatocereus dumortieri*, cactácea columnar subutilizada con frutos comestibles; así como determinar el efecto del tipo de disolvente sobre el rendimiento de extracción de compuestos bioactivos en la pulpa de esta cactácea.

Materiales y métodos

Frutos de *Isolatocereus dumortieri* (pitaya, candelabro u órgano cimarrón), libres de enfermedades y sin daños visibles, se recolectaron aleatoriamente en diversos puntos de la localidad de Naxthéy, Ixmiquilpan, Hidalgo (20°36' LN, 99°14' LO, 2068 m de altitud). Además del fruto, se recolectaron estructuras vegetativas de las plantas de estudio para su herborización e identificación taxonómica en el herbario-hortorio “Jorge Espinosa Salas” de la Universidad Autónoma Chapingo. Las variables evaluadas fueron humedad, cenizas, fibra cruda, lípidos, proteína cruda y carbohidratos totales en pulpa. Asimismo, se determinó la concentración de minerales (P, K, Mg, Ca, Na, S, Mo, Mn, B, Cu y Zn) mediante Espectroscopía de Emisión Óptica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES, modelo 725-ES, Agilent®). El contenido de nitrógeno (N) se cuantificó mediante el método Kjeldahl. Para el análisis fitoquímico, se obtuvieron extractos de pulpa con semilla utilizando acetona al 80 %, etanol absoluto y metanol al 80 % como disolventes. En ellos se determinaron compuestos fitoquímicos (betacianinas, betaxantinas y betalaínas totales, flavonoides totales y compuestos fenólicos solubles totales), así como la actividad antioxidante mediante los métodos ABTS y FRAP. Para determinar la eficiencia de extracción de los disolventes, los resultados se estandarizaron mediante el Z-score y se representaron gráficamente en un mapa de calor comparativo. La unidad experimental consistió en 100 frutos recolectados de dos plantas, con cuatro repeticiones. Los datos del análisis fitoquímico se analizaron mediante un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados y discusión

El análisis proximal y mineral evidenció que los frutos de *I. dumortieri* destacan por su contenido de carbohidratos, fibra, proteína y macroelementos (N, P, K, Mg y Ca), superando los valores reportados en otras cactáceas. En particular, se observó un alto contenido de fibra cruda en la pulpa (11 % en peso seco), superior a lo reportado en géneros como *Hylocereus* y *Opuntia*, lo

que resalta su potencial como alimento funcional con beneficios para la salud. Además, es importante destacar que los frutos de *I. dumortieri* presentaron un contenido elevado de boro (1.4 mg/100 g peso fresco (p.f.)), muy superior al descrito en otras cactáceas, lo que resalta su relevancia nutricional, ya que 100 g cubren casi la mitad de la ingesta diaria recomendada (3 mg). Las diferencias observadas frente a otras especies pueden deberse a factores genéticos y diferencias en manejo agronómico, condiciones edafoclimáticas y técnicas de análisis (López Martínez et al., 2022).

Por otra parte, es importante señalar que los frutos de *I. dumortieri* mostraron una mayor concentración de compuestos fenólicos totales (hasta 316 mg EAG/ 100 g p.f.) y betalaínas (hasta 16 g mg/100 g p.f.) que otras cactáceas, lo que se reflejó en una elevada actividad antioxidante, asociada principalmente a los compuestos fenólicos. La pulpa destacó por su alto nivel de betaxantinas, responsables de la pigmentación anaranjada de la pulpa. El contenido de flavonoides fue menor que en otras especies. En general, la extracción de compuestos fenólicos fue más eficiente con acetona al 80 %; en contraste, la extracción de betalaínas fue mejor mediante el uso de metanol acuoso (Figura 1).

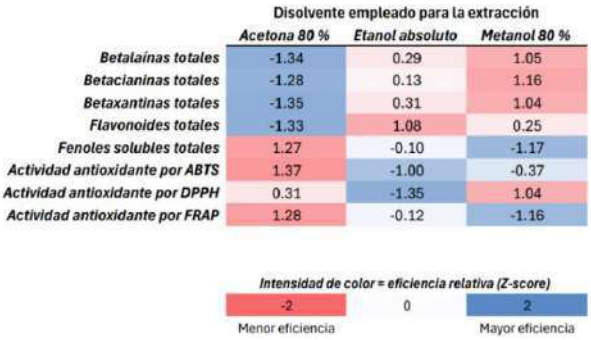


Figura 1. Efecto del disolvente sobre la eficiencia relativa de extracción de compuestos fitoquímicos y actividad antioxidante en la pulpa de *I. dumortieri* (valores estandarizados Z-score).

Conclusiones

Los frutos de *I. dumortieri* presentaron un elevado valor nutricional y actividad antioxidante, asociada a su alto contenido de betalaínas y compuestos fenólicos. El uso de metanol acuoso mostró mayor eficiencia en la extracción de betalaínas, mientras que la acetona favoreció la mayor extracción de compuestos fenólicos en esta especie.

Literatura citada

González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., González-Gallegos, J. G., Tena-Flores, J. A., López-Enriquez, I. L., Ruacho-González, L., & Retana-Rentería, F. I. (2017). Updated checklist and conservation status of Cactaceae in the state of Durango, Mexico. *Phytotaxa*, 327. 103-129. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.327.2.1

López Martínez, C.R., García-Mateos, M. R., Martínez-Damián, M. T., & Sánchez-Sánchez- L. (2022). Calidad nutricional y nutracéutica del fruto de tres especies de Annonaceae: guanábana, chirimoya y chincuya. Nova Scientia, 14(28), 1-15. https://doi.org/10.21640/ns.v14i28.2925

ESCALA BBCH EN CIRUELA MEXICANA (*Spondias purpurea* L.) DE ESTACIÓN HÚMEDA

Samuel Cancino-Labra[1*]; Iran Alia-Tejacal[1]; Gloria Alicia Pérez-Arias[1]; Víctor López-Martínez[1]; Porfirio Juárez-López[1]; Erika Román-Montes de Oca[1]; Juan Manuel Villarreal-Fuentes[2]; Luis Alfonso Aguilar-Pérez[3]

[1]Universidad Autónoma del Estado de Morelos. [2]Universidad Autónoma de Chiapas. [3]Universidad Veracruzana.

*samuelc.l@hotmail.es

Introducción

La ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) pertenece a la familia Anacardiaceae y su origen se sugiere que es la región occidental del Eje Neovolcánico (Fortuny-Fernández et al., 2017). En México es ampliamente valorada ya que su fruto se consume fresco o como parte de diversos platillos tradicionales (García et al., 2022). La ciruela mexicana puede clasificarse en dos grupos, de acuerdo a su periodo de cosecha: estación seca y estación húmeda. La documentación y descripción de las etapas fenológicas de los cultivos son fundamentales, ya que optimizan la productividad y calidad en el fruto (Kishore, 2016). Actualmente se ha introducido el sistema BBCH que se divide en 10 fases fenológicas principales, representadas por dígitos del 0 al 9, que describen los principales cambios morfológicos de la planta (Meier et al., 2009). Actualmente en *Spondias purpurea* L. de estación húmeda no existen estudios que cuantifiquen su fenología y su relación con las condiciones ambientales. El objetivo de este estudio es la descripción de la fenología, analizando la relación con las condiciones ambientales predominantes en el sitio de cultivo utilizando el sistema de codificación BBCH.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en árboles entre 7 y 10 años de edad de traspatio establecidos en el poblado de Buenavista del Monte en el municipio de Cuernavaca, Morelos, México (18°94’60’, -99°30’81’; altitud 1947 m). Se evaluó la variante denominada regionalmente como ‘Cuernavaqueña’, seleccionando tres árboles, en los cuales se marcaron 5 ramas con diámetros similares realizando observaciones semanales a puntos fijos basales y apicales de cada rama desde febrero 2024 hasta marzo del 2025. Se utilizó la escala BBCH extendida (Meier et al., 2009). Las variables ambientales como la temperatura, humedad relativa y radiación activa fotosintética fueron registradas utilizando los sensores HOBO® MX2302 y MX2202, las unidades calor fueron cuantificadas con los datos diarios de temperatura Máxima, mínima y temperatura base.

Resultados y discusión

Durante el ciclo agrícola anual se identificaron ocho estadios principales de crecimiento, cada una con 5 a 6 etapas secundarias (43 subetapas en total). Al finalizar la etapa de senescencia foliar inició el desarrollo del órgano floral, etapa que presentó una duración de 47 días y 620 unidades calor acumuladas (UCA), días después se da el inicio de la brotación foliar cuya duración fue de 15 días y 198 UCA siendo la fase de menor duración dentro del ciclo fenológico (Fig. 1). Posteriormente, la floración tuvo una duración de 20 días y 264 UCA, tras el cuajado, el crecimiento del fruto se extiende entre los 161 días y 2125 UCA (Fig. 1). Paralelamente, el crecimiento longitudinal de los brotes y la emisión de hojas ocurrieron de manera simultánea, representando las etapas más prolongadas del ciclo, con una duración de 202 días y 2666 UCA (Fig. 1). La madurez del fruto coincidió con la culminación de la temporada de lluvia y presentó un periodo de 41 días con 516 UCA (Fig. 1). Finalmente, la etapa de senescencia foliar tuvo una duración de 122 días y 1353 UCA, registrándose durante el periodo con temperaturas más bajas del año agrícola (Fig. 1). En comparación con la escala BBCH de ciruela mexicana de estación seca, la duración de las fases fenológicas en estación húmeda fue mayor y no siguió el mismo

orden de aparición, estas diferencias podrían atribuirse a los genotipos y a las condiciones ambientales predominantes en la estación húmeda, caracterizadas por temperaturas medias mensuales más bajas y mayor precipitación pluvial anual (Cancino-Labra et al., 2023).

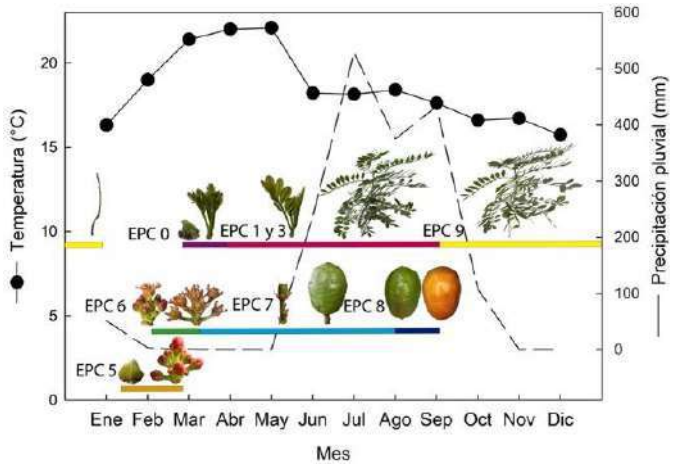


Figura 1. Estadios principales de crecimiento (EPC) de ciruela mexicana 'cuernavaqueña' y media mensual de temperatura y precipitación pluvial.

Conclusiones

La descripción fenológica mediante la escala BBCH extendida permitió identificar 8 estadios principales de crecimiento y su relación con las condiciones ambientales del sitio, evidenciando la influencia de factores como la temperatura y precipitación pluvial en su presencia y duración de cada estadio de crecimiento.

Literatura citada

Cancino-Labra, S., Alia-Tejacal, I., Pérez-Arias, G. A., & Villarreal-Fuentes, J. M. (2023). Phenophase description in dry-season *Spondias purpurea* L. using a modified version of the BBCH scale. *Scientia Horticulturae, 319*, 112074.

Fortuny-Fernández, N. M., Ferrer, M. M., & Ruenes-Morales, M. del R. (2017). Centros de origen, domesticación y diversidad genética de la ciruela mexicana, *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). *Acta Botánica Mexicana, (121)*, 7–38.

García-Flores, A., Ruenes-Morales, M., Valle-Marquina, R., Roman-MontesdeOca, E. (2022). Ciruela Mexicana de Mesoamérica para el mundo. Inventio. 44: 1-13.

Kishore, K. (2016). Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*, 213, 294–302.

Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hacks, H., Heß, M., Lancashire, P. D., Schnock, U., Stauß, R., van den Boom, T., Weber, E., y Zwerger, P. (2009). The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants: History and publications. *Journal für Kulturpflanzen*, 61, 41–52.

ACTIVIDAD FITOTÓXICA DEL ACEITE ESENCIAL DEL FRUTO DE *Pimenta dioica*

Fernanda Corona-Pérez*; María del Rosario García-Mateos; Isis Montalvo-López; Alejandro Facundo Barrientos-Priego

Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

*fer_100401@hotmail.com

Introducción

Reducir los impactos ambientales derivados del empleo de compuestos sintéticos ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles. Se ha propuesto el uso de productos de origen natural, como los extractos vegetales, entre ellos los aceites esenciales obtenidos de plantas, que han demostrado potencial como agentes biocidas, ya que pueden alterar el crecimiento de otras plantas, afectar su desarrollo fisiológico o inhibir la germinación. No obstante, la aplicación de aceites esenciales presenta una importante restricción debido a que puede causar efectos negativos en plantas no objetivo, lo que hace necesario evaluar su impacto en especies cultivadas (Ibáñez y Blázquez, 2020). *Pimenta dioica* es una especie ampliamente distribuida en México y, además, diversas investigaciones indican que su fruto posee propiedades biológicas como repelente y biocida sobre algunos insectos (Acosta Echegaray, 2022). Sin embargo, no existen estudios referentes a su actividad fitotóxica que demuestren su potencial como una alternativa al uso de agroquímicos. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la fitotoxicidad del aceite esencial del fruto de *P. dioica* sobre la germinación de *L. sativa, S. lycopersicum* y *P. ixocarpa*.

Materiales y métodos

La extracción del aceite esencial se realizó mediante el sistema de hidrodestilación. Para la evaluación fitotóxica como unidad experimental se emplearon semillas de *L. sativa, S. lycopersicum* y *P. ixocarpa* sin tratar. Con una evaluación previa de la viabilidad de germinación (90 %) se procedió a realizar las pruebas de fitotoxicidad del extracto obtenido. El efecto del extracto se evaluó a seis concentraciones (0.1, 0.5, 1, 3, 5 y 7 % p/v) disueltas en una solución de Tween 20 (0.1%). Se asperjaron las semillas con 2.5 mL del extracto de acuerdo con los tratamientos a evaluar. Las muestras se llevaron a una cámara germinadora a una temperatura controlada de 22 ± 2 °C. Los días de evaluación fueron establecidos cuando el porcentaje de germinación fue mayor al 90 %, 7, 9 y 10 días para *L. sativa, S. lycopersicum* y *P. ixocarpa*, respectivamente. La variable evaluada fue el porcentaje de germinación. Los datos se sometieron a un análisis de varianza bajo un diseño experimental completamente al azar y una comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) con tres repeticiones.

Resultados y discusión

En *L. sativa se* presentó una reducción significativa de la germinación a la concentración de 0.5 % e inhibición total a concentraciones mayores a 1.0 %. Este comportamiento coincidió con lo reportado por Loyola-Gonzales et al. (2025), quienes observaron una disminución progresiva de la germinación conforme al aumento de la concentración del aceite esencial de *Schinus molle*. En *S. lycopersicum*, concentraciones mayores de 0.5 % inhibieron completamente la germinación, lo cual concuerda con Ibáñez y Blázquez (2020) quienes reportaron una inhibición alta a bajas concentraciones del aceite esencial de orégano. Finalmente, en el caso de *P. ixocarpa,* el tratamiento control y la concentración de 0.1 % presentaron porcentajes de germinación superiores al 90%, sin diferencias significativas. En contraste, las concentraciones de 0.5 a 5% redujeron significativamente la germinación, mientras que la concentración de 7 % inhibió completamente la germinación. No se han reportado estudios que evalúen el efecto de aceites esenciales sobre la germinación de *P. ixocarpa*. Sin embargo, los resultados obtenidos

para *P. ixocarpa* pueden ser comparados con especies vegetales de la misma familia. En un estudio reciente se evaluó el efecto del aceite esencial de *T. vulgaris* y *O. vulgare* sobre la germinación de *S. lycopersicum,* donde la concentración utilizada no afectó negativamente la germinación de las semillas, es decir, no se observó un efecto fitotóxico (Córdoba et al., 2023).

El aceite esencial de *P. dioica* presenta un efecto fitotóxico proporcional a la dosis, pero con sensibilidad variable entre especies, lo que sugiere que factores fisiológicos y estructurales, como la composición y permeabilidad de la testa, así como la sensibilidad del embrión a los compuestos bioactivos, influyen en la respuesta al extracto. De acuerdo con Verdeguer et al. (2020), los efectos inhibitorios en la germinación causados por aceites esenciales pueden deberse a que algunos fitoquímicos interrumpen la respiración mitocondrial y la vía de la pentosa fosfato oxidativa, así como al hecho de que la actividad fitotóxica no está determinada por un solo tipo de metabolito, sino por la acción sinérgica de varios compuestos presentes en los aceites esenciales.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el estudio demuestran que el aceite esencial de *P. dioica* ejerció un efecto fitotóxico dependiente de la concentración y de la especie, afectando la germinación. La respuesta diferencial observada sugiere que las características fisiológicas y anatómicas propias de cada semilla influyen en su sensibilidad. En conjunto, estos hallazgos respaldan su posible uso como alternativa natural a compuestos sintéticos y abren la posibilidad de futuras investigaciones orientadas a su aplicación como bioherbicida.

Literatura citada

Acosta Echegaray, J. E. (2022). *Efecto biológico de semillas y aceite esencial de pimenta dioica Merrill (pimienta chapa) sobre Callosobruchus maculatus (Gorgojo de garbanzo).* Tesis de Bachiller. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. https://hdl.handle.net/20.500.13028/3755

Córdoba, V., Viotti, G., & Oliva, M de las M. (2023). Efectos de aceites esenciales sobre la germinación de semillas de *Solanum lycopersicum* L. e inhibición de *Alternaria* spp. Ab Intus, 6(12). https://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/124/17

Ibáñez, M. D., & Blázquez, M. A. (2020). Phytotoxic effects of commercial essential oils on selected vegetable crops: Cucumber and tomato. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, *15*, 100209. https://doi.org/10.1016/j.scp.2019.100209

Loyola-Gonzales, E., Pari-Olarte, J. B., Ambia-Pereyra, D. E., Kong-Chirinos, J. F., Tataje-Napuri, F. E., Uribe-Rosas, C. E., Chavez-Espinoza, J. H., & Elías-Yupanqui, V. H. (2025). Actividad fitotóxica del aceite esencial de frutos de *Schinus molle* L.: Evaluación de su potencial como bioherbicida. *Ciencia e Investigación*, *27*(2), e31396. https://doi.org/10.15381/ci.v27i2.31396

Verdeguer, M., Sánchez-Moreiras, A. M., & Araniti, F. (2020). Phytotoxic effects and mechanism of action of essential oils and terpenoids. *Plants*, *9*(11), 1571. https://doi.org/10.3390/plants9111571

CARACTERIZACIÓN Y POTENCIAL FUNGISTÁTICO IN VITRO DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE PIMIENTA DIOICA

Isis Montalvo-López[1]*; Luis Francisco Salomé-Abarca[2]; María del Rosario García-Mateos[1]; Ramón Marcos Soto-Hernández[3]

[1]Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. [2]Especialidad en Fruticultura, [3]Área de Botánica, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo.

*montalvo0227@gmail.com

Introducción

Pimenta dioica (L.) Merrill también conocida como pimienta gorda es una especie que se diferencia en dos tipos de árboles: los árboles productores de fruto y los árboles que solo fungen como polinizadores (no productivos). La diferencia entre ellos se aprecia después de cinco años de crecimiento y desarrollo cuando ocurre la primera floración y con ello la primera fructificación (Montalvo-Hernández et al., 2024). El fruto es la parte económicamente más importante, es usado como condimento y para la extracción de aceite esencial. Por otro lado, la hoja de ambos árboles también presenta vesículas de aceite esencial (Minott y Brown, 2007). Este tejido foliar es subutilizado debido a que es desechado cuando se hacen podas o se eliminan los árboles no productivos. Los escasos estudios reportan una similitud en el aceite esencial de fruto y de hoja por lo que este órgano presenta un alto potencial para ser utilizado en la industria alimenticia, farmacéutica y agro biotecnológica para el control de plagas y enfermedades de importancia económica. El objetivo de esta investigación fue identificar el perfil de metabolitos del aceite esencial de hoja de cada tipo de árbol, así como evaluar su actividad fungistática contra *Fusarium oxysporum*.

Materiales y métodos

Se recolectó hoja fresca de tres árboles productivos y tres árboles no productivos en el municipio de Atzalan, Veracruz en el mes de enero del 2023. Las hojas se secaron en una estufa a 45 °C hasta obtener un peso constante. El aceite esencial se obtuvo de 50 g de hojas secas y molidas, mediante hidrodestilación por 3 h y se identificó el perfil de metabolitos por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas en un equipo Agilent modelo 7890A con una columna HP5MS30M. Para evaluar la actividad fungistática se preparó medio PDA, se vacío en cajas Petri de 60 mL y se sembró un disco de inóculo de 7 mm de diámetro de *Fusarium oxysporum*. Se evaluó el aceite esencial de cada tipo de árbol a una concentración de 250 ppm mediante la aplicación de 7.5 µL de aceite esencial en un círculo de papel filtro de 2 cm de diámetro ubicado en la tapa de la caja Petri. Las cajas Petri se mantuvieron en oscuridad y a una temperatura de 28 °C por 7 días. El radio del crecimiento del hongo fue medido cada 24 horas. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones por tipo de árbol. Se realizó un análisis de varianza, así como la comparación de medias con la prueba Tukey (0.05) con el software RStudio.

Resultados y discusión

El rendimiento de aceite esencial de árboles productivos y no productivos fue 0.92 % y 0.44 %, respectivamente. Se identificaron metabolitos del tipo alifáticos oxigenados, monoterpenos, sesquiterpenos, así como fenilpropanoides que fue el grupo con mayor abundancia relativa (86% en árboles productivos y 80 % en árboles no productivos). En árboles productivos se identificaron 35 metabolitos y en árboles no productivos, 41.

El análisis estadístico indicó diferencias estadísticamente significativas en la inhibición del crecimiento de hongo. Solo el aceite de árboles no productivos, tuvo actividad fungicida, respecto

al aceite esencial de árboles productivos (Figura 1) probablemente por diferencias en la composición química del aceite esencial.

Figura 1. Actividad fungistática del aceite esencial de hojas de árboles a) no productivos y b) productivos de *Pimenta dioica* L. Merrill comparados con el c) control (sin tratamiento) frente a *Fusarium oxysporum.*

El metabolito mayoritario en el aceite esencial de hojas de árboles no productivos fue eugenol. Este metabolito posee propiedades anticancerígenas, antioxidantes, analgésicas, antibacterianas y fungicida (Koeduka et al., 2006). Silva et al. (2021) reportan que eugenol tiene acción fungicida contra *Fusarium graminearum F. moniliforme*, *Tricophyton rubrum*, *Penicillium citrinum*, *Candida tropicalis*, *C. krusei* y *Aspergillus ochraceus.* Su mecanismo de acción se relaciona con la alteración de la membrana celular del hongo. Debido a su naturaleza lipofílica, el eugenol puede acumularse en la bicapa de fosfolípidos de las células fúngicas, lo que afecta la permeabilidad y la fluidez de la membrana ocasionando fuja de iones y pérdida de metabolitos esenciales provocando muerte celular.

Conclusiones

El aceite esencial de hojas de árboles productivos y no productivos de pimienta dioica mostró un perfil diferente de metabolitos probablemente relacionado con su actividad fungicida y fungistática potencializando el uso del tejido foliar de esta especie.

Literatura citada

Koeduka, T., Fridman, E., Gang, D. R., Vassao, D. G., Jackson, B. L., Kish, C. M., Orlova, I., Spassova, SM., Lewis, N.G., Noel, J.P., Baiga, T.J., Dudareva, N., & Pichersky, E. (2006). Eugenol and isoeugenol, characteristic aromatic constituents of spices, are biosynthesized via reduction of a coniferyl alcohol ester. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(26), 10128-10133.

Minott, D. A., & Brown, H. A. (2007). Differentiation of fruiting and nonfruiting *Pimenta dioica* (L.) Merr. trees based on composition of leaf volatiles. *Journal of Essential Oil Research*, 19(4), 354-357. http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2007.9699303

Montalvo-Hernández, D., Martínez-González, E. G., & Montalvo-López, I. (2024). Producción de pimienta gorda en México. CIESTAAM Universidad Autónoma Chapingo. 112 p. https://ciestaam.edu.mx/-publicaciones-/libros/produccion-de-pimienta-gorda-en-mexico.pdf

Silva, M. V., De Lima, A. D. C. A., Silva, M. G., Caetano, V. F., De Andrade, M. F., Da Silva, R. G. C., Casanova da Silva, R. G., Pessôa, L. E., Filho, T. M., de Lima, I. D., & Vinhas, G. M. (2024). Clove essential oil and eugenol: A review of their significance and uses. *Food Bioscience*, 62, 105112. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105112

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN DOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS DE FRUTILLAS: FRESA Y FRAMBUESA ROJA

Horacio E. Alvarado-Raya[1*]; Pablo E. Escamilla-García[3]; María Eugenia Estrada-Chavira[4]; David A. Martínez-Collazo[2].

[1]CIESTAAM. [2]DICEA. Universidad Autónoma Chapingo. [3]UPIICSA-Instituto Politécnico Nacional. [4]Tecnológico Nacional de México-TESI-Ixtapaluca.

*halvarador@chapingo.mx

Introducción

El cultivo de frutillas para exportación en México se ha posicionado como una de las actividades con mayor impacto económico; pero, depende en gran medida de las reservas de agua dulce. El cultivo de fresa bajo cubierta puede requerir hasta 6 280 $m^3 \cdot ha^{-1}$ en un ciclo de nueve meses (Natsheh et al., 2015) y la frambuesa a cielo abierto puede requerir en promedio 5 300 $m^3 \cdot ha^{-1}$, con gastos que varian desde 3 760 hasta 17 097 $m^3 \cdot ha^{-1}$(Vargas-Castro et al., 2023). La situación actual respecto a la disponibilidad del agua en el mundo nos obliga a redefinir los parametros de productividad en los sistemas agropecuarios. El concepto de “productividad del agua” propuesto a finales del siglo pasado tiene una aplicación holística. El beneficio del agua puede medirse en biomasa producida por el cultivo (“productividad biofísica del agua”; e.g., kg • m^{-3}), la biomasa del producto objeto del sistema (“productividad de cultivo”; e.g. kg • m^{-3}); o el valor económico del producto del sistema (“productividad económica del agua”; e.g., MXN • m^{-3}). Este concepto también permite considerar el agua que no llega al cultivo por percolación o porque fue retirada de su trayecto para el crecimiento de árboles u otras plantas y animales (Ferrero et al., 2024). El objetivo de este trabajo es comparar mediante el concepto “productividad del agua” dos sistemas de producción (fresa y frambuesa) en hidroponía, con variantes en sus sustratos e intensidades de riego.

Materiales y métodos

El diseño y conducción de los experimentos fueron descritos por Alvarado-Raya et. al. (2024a y 2024b). En el presente trabajo, se analizan los datos obtenidos en ambos experimentos (fresa, 2022 y frambuesa, 2023) con el enfoque de productividad del agua de Ferrero et al. (2024). Los datos de cada experimento se analizaron mediante un ANOVA con un nivel de confianza establecido en 95 % y utilizando procedimientos de modelos lineales generales (GLM). También se realizó una comparación cuantitativa entre tratamientos con manejo similar (planta nueva de fresa en tezontle y planta nueva de frambuesa en tezontle). En este caso se utilizó una prueba de t de Welch con un nivel de confianza de 95 %.

Resultados y discusión

En el caso de fresa, los mayores valores de productividad del agua, tanto de cultivo como económica, se obtuvieron con plantas de un año en sustrato reutilizado de dos ciclos anteriores, coincidiendo con el mayor rendimiento por planta en esos tratamientos (Cuadro 1). En el caso de frambuesa, los tratamientos no afectaron la productividad biofísica del agua, pero hubo mayores valores de productividad de cultivo y productividad económica con la reducción del riego en un 38 % del testigo (Cuadro 2). En este último caso, al comparar el rendimiento de estos dos tratamientos no se encontró diferencia significativa, por lo que es factible disminuir el riego de agua en cultivos hidropónicos de frambuesa en tezontle y evitar el 30 % de percolado recomendado de manera general para los sistemas hidropónicos. Cuando se comparan los tratamientos de fresa (PNTz) y frambuesa (Testigo) en tezontle, es evidente la mayor productividad del agua en el cultivo de fresa, aunque la variabilidad en los datos es mayor en este cultivo que en frambuesa. Al respecto, Ferrero et al. (2024) mencionan que la variabilidad en estos parámetros de productividad del agua es muy grande y recomienda hacer evaluaciones multianuales para reducirla.

Cuadro 1. Productividad del agua en un cultivo hidropónico bajo cubierta de fresa en 2022. Comparación entre sustratos orgánicos y tezontle.

Tratamiento[z]	Rendimiento (g)	Productividad de cultivo ($g \cdot m^{-3}$)	Productividad económica ($MXN \cdot m^{-3}$)
PNTz	159.7 c[y]	2809.0 c	393.3 c
PNCN	62.4 d	2099.0 c	293.9 c
PNCR	16.1 d	541.9 d	75.9 d
PRCR	331.4 a	9361.0 a	1310.0 a
PRCRD	249.2 b	7038.0 b	985.3 b

[z]PNTz = planta nueva en tezontle, PNCN = Planta nueva en composta nueva, PNCR = planta nueva en composta reusada, PRCR = planta de un año en composta, PRCRD = planta nueva en composta reusada con tratamiento de defoliación. [y]Datos en la misma columna y con la misma letra no son diferentes significativamente por la prueba de Tukey ($\propto$= 0.05).

Cuadro 2. Productividad del agua en un cultivo hidropónico bajo cubierta de frambuesa en tezontle en 2023. Comparación de tres niveles de riego.

Tratamiento	Rendimiento (g)	Productividad Biofísica ($g \cdot m^{-3}$)	Productividad de cultivo ($g \cdot m^{-3}$)	Productividad económica ($MXN \cdot m^{-3}$)
Riego completo (Testigo)[z]	654.1 a[y]	89.4 a	622.9 b	193.1 b
Riego reducido (62 %)	547.8 ab	99.7 a	958.0 a	559.0 a
Riego reducido (42 %)	422.4 b	115.4 a	1104.0 a	342.2 b

[z]Intensidad de riego determinada con base en el tiempo (minutos) del controlador de riego. [y]Datos en la misma columna y con la misma letra no son diferentes significativamente por la prueba de Tukey ($\propto$= 0.05).

Conclusiones

La reutilización de planta y sustrato a base de composta en el cultivo de fresa y la reducción del riego de hasta un 38 % en frambuesa en hidroponía en tezontle incrementan significativamente la productividad de cultivo y productividad económica del agua. El cultivo de fresa alcanza mayores valores de estos parámetros en comparación con la frambuesa.

Literatura citada

Alvarado-Raya, H.E.; Gabriel-Reyes, H.; Pineda-Pineda, J.; Ramírez-Arias, J.A.; Rivera-del-Río, R.; & Rodríguez-Bautista, G. (2024a). Reducir el envío de solución nutritiva no afecta el desempeño de frambuesa 'Malú' en hidroponía. *In*: Alvarado-Raya, H. E.; Martínez-Solís, J.; Magaña-Lira, N. 2024. Memoria del XII Congreso Internacional y XXVI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. 23 al 26 de abril de 2024. Chapingo, Edo. de México. MÉXICO. Pp 651-652.

Alvarado-Raya, H.E.; Sánchez-Escalona, E.J.; Estrada-Chavira, M.E.; Escamilla-García, P.E. (2024b). Reutilizar planta y sustratos reduce el riego sin afectar rendimiento en fresa 'San Adreas'. *In*: Alvarado-Raya, H. E.; Martínez-Solís, J.; Magaña-Lira, N. 2024. Memoria del XII Congreso Internacional y XXVI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. 23 al 26 de abril de 2024. Chapingo, Edo. de México. MÉXICO. Pp 38-39.

Ferrero, F., Rolando, G., Tabacco, E., & Borreani, G. (2024). Water use ufficiency in agriculture: from the water footprint concept to water management policies and practices. In: Water Reuse and Unconventional Water Resources: A Multidisciplinary Perspective (pp. 483-510). Cham: Springer Nature Switzerland. DOI: 10.1007/978-3-031-67739-7_20.

Natsheh, B., Abu-Khalaf, N., & Mousa, S. (2015). Strawberry (Fragaria ananassa Duch.) plant productivity quality in relation to soil depth and water requirements. International Journal of Plant Research, 5(1), 1-6. DOI: 10.5923/j.plant.20150501.01.

Vargas-Castro, C., Mattar, C., Seguel, O., & Moletto-Lobos, Í. (2023). Using a crop water stress index to determine water use efficiency in a raspberry crop in the Mediterranean Central Chile. *Irrigation and Drainage*, *73*(2), 486-507. DOI: 10.1002/ird.2890.

CARACTERIZACIÓN MACRO NUTRIMENTAL DE TEJIDO FOLIAR DE VAINILLA EN ETAPAS INICIALES DEL CRECIMIENTO DE LA YEMA FLORAL

Yasbet Ríos Barreto; Olga Tejeda Sartorius

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado de Fruticultura.

*olgats@colpos.mx

Introducción

El ciclo de vida de la vainilla es complejo, y la transición del estado vegetativo al reproductivo está condicionado por distintos factores como las reservas minerales y energéticas. La distribución de macronutrientes es altamente variable en las orquídeas (Naik y Barman., 2007). Antes de la diferenciación de yemas florales en vainilla, la planta requiere un incremento en la síntesis de proteínas, lo que implica una movilización de nitrógeno desde las hojas hacia los puntos de crecimiento floral (Zhao *et al.*, 2015). Así, comprender cómo cambian las concentraciones nutrimentales en diferentes estados del desarrollo de las yemas florales, permite identificar periodos críticos de demanda. El objetivo de este trabajo fue realizar un perfil de la composición nutrimental de N, P y K de hojas de vainilla (*Vanilla planifolia*) en dos estados iniciales del crecimiento de la yema floral.

Materiales y métodos

En una comunidad de Papantla, Veracruz se realizaron dos muestreos (M1: febrero de 2025; y M2: marzo de 2025) de esquejes de plantas de vainilla con las siguientes características: i) esquejes en estado reproductivo, con yemas visibles inductivas a floración de (n=21), M1= yemas de 1-2 cm; M2= yemas de 2-3 cm; ii) esquejes en estado vegetativo, sin yemas visibles (n=5). El material vegetativo se consideró como un testigo para la comparación con el estado reproductivo. Las plantas fueron transportadas al laboratorio, se colectaron las hojas, y se secaron en estufa a 60° C por 72 h, para posteriormente analizar el contenido nutrimental. Se determinó la concentración de N empleando el método Kjeldahl (Bremner, 1965). Fósforo (P) y Potasio (K) se determinaron a partir de digestión húmeda del material seco (Alcántar y Sandoval, 1999), el análisis se realizó utilizando un Espectrómetro de Emisión Óptica de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-AES). Se utilizó un Modelo Lineal General (GLM) para determinar los efectos simples de las fechas de muestreo con distintos tamaños de yemas y el estado fenológico por órgano de la planta. Las diferencias significativas se determinaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (alpha = 0.05). Para el análisis de datos se usó el software R versión 4.5.1 (2025-06-13 ucrt).

Resultados y discusión

El N fue el nutrimento de mayor concentración en hoja, pero los análisis estadísticos muestran que no hay diferencias significativas entre ambos tamaños de la yema floral (muestreos), ni entre material en estado vegetativo *vs.* reproductivo (Figura 1A). En hoja, el N fue menor en el estado reproductivo que en el vegetativo (9 %). El fósforo foliar fue significativamente mayor en M2 (52 %) en relación con el foliar de M1 en el estado vegetativo (Figura 1B); y en ese mismo orden, fue 35 % mayor en el estado reproductivo, aunque sin diferencias estadísticas. Se observó un patrón similar de K, siendo significativamente mayor en hojas sin yemas florales visibles (vegetativo) del M2 con relación al vegetativo del M1 (69 %). También la concentración de K en M2 fue mayor para las hojas con yemas florales visibles (reproductivo) en el M2 con relación al reproductivo en M1 (40 %). Así, el potasio foliar fue el nutrimento que mostró el mayor contraste conforme avanzó el desarrollo de la yema floral, pues en el M1, los valores promedio fueron de 3 g kg^{-1} duplicándose para el M2 (7 g kg^{-1}) (Figura 1C). Lo anterior podría indicar una mayor demanda de estos nutrimentos en este estado inicial de diferenciación floral, principalmente en el M2. Nuestros resultados son similares a los reportados por Diez et al. (2016), quienes mencionan que, en

vainilla, el contenido foliar de N, P y K fue significativamente mayor en las ramas vegetativas que en las ramas reproductivas durante dos periodos evaluados, y esto lo atribuyen a la alta movilidad de estos nutrientes en la planta a través del floema. Estos autores indicaron, además, que en general, dada la alta demanda de nutrientes para la formación de flores y frutos, es de esperar que las ramas fructificadas trasladen estos nutrientes a las estructuras reproductivas.

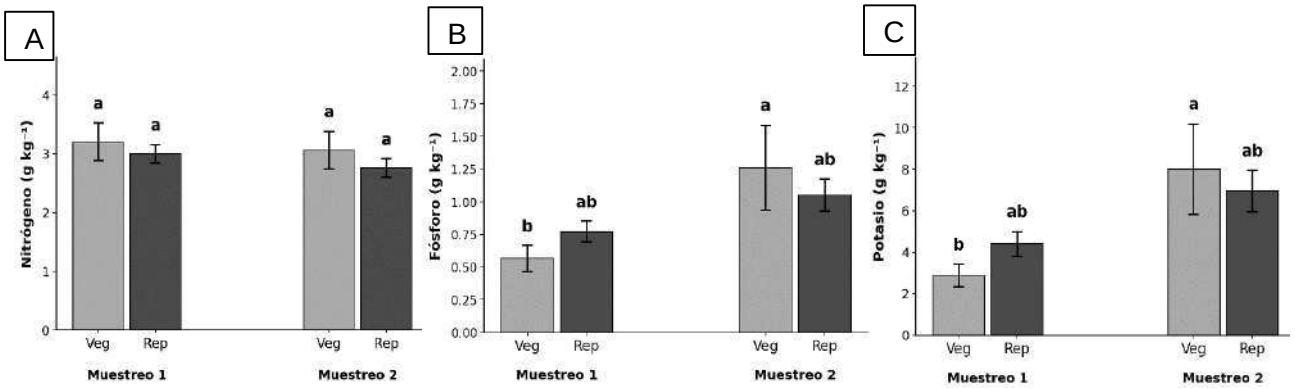


Figura 1. Concentración de: A) nitrógeno, B) fósforo y C) potasio en hoja de vainilla (*Vanilla planifolia*) en dos estados de crecimiento de la yema floral. Rep=plantas en estado reproductivo (con yemas florales visibles); Veg=plantas en estado vegetativo (sin yemas florales visibles). Letras iguales sobre las barras indican que no existen diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$).

Conclusiones

El perfil macro nutrimental en hoja muestra la siguiente tendencia: N>K>P, para ambos tamaños de la yema floral, obtenidos en dos fechas de muestreo con diferencia de 30 días cada uno. El N presenta una concentración similar en plantas con ambos tamaños de yema floral (30 g kg^{-1}) (muestreo 1 y 2). En contraste, P y K incrementan su concentración en hoja cuando el tamaño de la yema floral es mayor (de 2 a 3 cm), en comparación con las yemas de menor tamaño (1-2 cm).

Literatura citada

Alcántar, G. G. y Sandoval, M. V. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación especial. Núm. 10. SMCS. Chapingo, Texcoco, Estado de México. 150 p. Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. In: methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Black, C. A. (ed). Ame. Society Agron. Madison, Wisconsin, USA. 1149-1178 pp.

Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. *In:* methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Black, C. A. (ed). Ame. Society Agron. Madison, Wisconsin, USA. 1149-1178 pp.

Diez, M. C., Osorio, N. W., & Moreno, F. (2016). Effect of dose and type of fertilizer on flowering and fruiting of vanilla plants. *Journal of Plant Nutrition*, *39*(9), 1297-1310.

Naik, S. K., & Barman, D. (2007). Distribution of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulphur in different orchid species of Sikkim. *Journal of Ornamental Horticulture, 10*(4), 255-259.

Zhao, Q., Chen, Y., Gu, W., Zhao, Q., Wang, H., Wang, H., Zhu, Z., & Song, Y. (2015). Change of protein and carbohydrate in Vanilla planifolia Andrews during flower bud differentiation period. Chinese Journal of Tropical Crops, 36(6), 1053-1058.

Capítulo 2. Agroecología

TERRITORIO, GESTIÓN AGROECOLÓGICA Y SABERES DE MUJERES CAMPESINAS EN TLAXCALA

María Virginia González-Santiago[1*]; Claudia Fernández-González[2]

[1]Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo, [2]Investigadora independiente

* mgonzalezs@chapingo.mx

Introducción

Los sistemas alimentarios campesinos se sostienen a partir de complejas interacciones entre territorio, biodiversidad y saberes locales, donde las mujeres desempeñan un papel central en la producción, recolección, transformación y preparación de los alimentos. Desde el enfoque agroecológico, el territorio se concibe como un espacio socialmente apropiado y culturalmente valorizado por un grupo social para asegurar su reproducción material y simbólica (Giménez, 2005). En este marco, la agricultura campesina integra prácticas productivas, conocimientos tradicionales y relaciones sociales que permiten la coexistencia de biodiversidad silvestre y domesticada, configurando sistemas alimentarios diversos y adaptados a las condiciones locales.

El aprovechamiento de especies silvestres o “segunda cosecha”, constituye una estrategia histórica para la subsistencia, la diversificación de la dieta y la autosuficiencia alimentaria de las comunidades rurales (Melnyk, 1995; Hernández Xolocotzi, 1995). El análisis de la gestión agroecológica del territorio implica que la población conjuga el trinomio de producir-aprovechar los recursos naturales y conservar la biodiversidad, al evitar el uso de plaguicidas (Fernández-González & González-Santiago, 2025). No obstante, los análisis convencionales de los sistemas alimentarios han tendido a invisibilizar estos recursos y los saberes asociados a su manejo, particularmente aquellos construidos y sostenidos por las mujeres campesinas.

La agroecología revalora los saberes locales para la conservación de la biodiversidad, la resiliencia de los territorios rurales y la soberanía alimentaria al reconocer que el conocimiento campesino es clave para enfrentar contextos de cambio ambiental y socioeconómico (Moreno et al., 2016). El Centro de Economía Social Julián Garcés, A. C. (CES) en Tlaxcala, impulsa procesos organizativos y de gestión agroecológica del territorio que fortalecen la participación colectiva y la revalorización de los saberes de las comunidades campesinas, con el protagonismo de las mujeres en la reproducción cotidiana de los sistemas alimentarios. El objetivo del estudio fue sistematizar los saberes de campesinas y campesinos del CES, con énfasis en el papel de las mujeres, sobre las especies alimenticias silvestres y domesticadas que consumen, toleran y fomentan en su territorio, así como analizar su contribución a la gestión agroecológica y a la diversificación de los sistemas alimentarios locales.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló entre 2021 y 2023 en la cuenca Atoyac-Zahuapan, en 13 localidades de los municipios de Sanctórum, Ixtacuixtla de Matamoros y Españita, Tlaxcala, México. Se empleó un enfoque etnográfico para documentar el saber agroecológico de 50 personas integrantes del CES: 48 mujeres y 2 hombres.

La gestión agroecológica del territorio se analizó a partir de tres indicadores (Benítez et al., 2021): 1. Agricultura; 2. Biodiversidad y; 3. Diversidad cultural. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas y observación de campo, registrando el nombre común de las especies consumidas, la época de aprovechamiento, las partes utilizadas y los ambientes donde se obtienen. Las especies se clasificaron en domesticadas y silvestres o semidomesticadas y se agruparon por tipo de recurso alimenticio.

Resultados y discusión

Se documentaron saberes asociados al consumo y manejo de 189 especies alimenticias: 42% son domesticadas y 58% son silvestres. Estos recursos forman parte del sistema alimentario local y son aprovechados en distintos ambientes del territorio, como parcelas agrícolas, huertos familiares, caminos y áreas de monte, lo que amplía la base alimentaria más allá de la producción agrícola convencional. Los resultados muestran que las mujeres desempeñan un papel central en la identificación, recolección, preparación y transmisión de conocimientos asociados a estas especies, contribuyendo a la diversificación de la dieta y al fortalecimiento de la economía doméstica. La gestión territorial agroecológica impulsada por el CES se sustenta en el conocimiento de las mujeres sobre los ciclos ecológicos, la estacionalidad de los recursos y la adaptación de las especies a las condiciones locales, en concordancia con estudios sobre manejo tradicional de la biodiversidad (Moreno et al., 2016). Asimismo, la segunda cosecha fortalece la resiliencia del sistema alimentario frente a cambios ambientales y económicos, como sequías o fluctuaciones en la disponibilidad de alimentos comerciales. La pérdida de biodiversidad y de saberes asociados afecta de manera diferenciada a las mujeres campesinas, al concentrarse en ellas la responsabilidad cotidiana de la alimentación familiar (Fernández-González & González-Santiago, 2025).

Conclusiones

La gestión agroecológica del territorio desarrollada por las y los campesinos del CES se basa en la complementariedad entre especies domesticadas y silvestres, donde los saberes de las mujeres campesinas son fundamentales para la reproducción del sistema alimentario local. La identificación de 189 especies alimenticias evidencia la importancia de la segunda cosecha como estrategia para diversificar la dieta y fortalecer la autosuficiencia alimentaria.

Literatura citada

Benítez, T., Rivera-Núñez y García-Barrios, L. (coord.). (2021). Agroecología y sistemas complejos. Planteamientos epistémicos, casos de estudio y enfoques metodológicos. CopIt-arXives y SOCLA-México.

Fernández-González, C., y González-Santiago, M. V. (2025). Especies silvestres en el sistema alimentario de comunidades campesinas de Tlaxcala, México: segunda cosecha inadvertida. Sociedad y Ambiente, 28, 1–15.

Giménez, G. (2005). Territorio e identidad. Ciudad de México, México: UNAM.

Hernández Xolocotzi, E. (1995). La milpa en México: sistemas agrícolas tradicionales. Texcoco, México: Colegio de Postgraduados.

Melnyk, M. (1995). Campesinado y estrategias de subsistencia. Cd. México, México: Siglo XXI.

Moreno, M., Toledo, V. M., y Barrera-Bassols, N. (2016). Agroecología y manejo tradicional de la biodiversidad. Ecología Política, 51, 45–52.

¿LAS MUJERES INDÍGENAS CAMPESINAS SE EMPODERAN AL PARTICIPAR EN ESPACIOS MASCULINIZADOS?

Veneranda Xóchitl Juárez-Varela

Centro Regional Universitario del Anáhuac. Universidad Autónoma Chapingo. México

vjuarezv@chapingo.mx

Introducción

Frente a la crisis de la producción agrícola y la falta de oportunidades laborales locales y regionales, la migración masculina es una estrategia de los hogares rurales para satisfacer las necesidades de sus familias. Este contexto abre espacios para que las mujeres indígenas incursionen en espacios masculinizados de los que habían sido excluidas, como ocupar cargos de representación comunitaria, producir cultivos comerciales que las empoderan. La ideología patriarcal predominante en el medio rural establece roles de género tradicionales y relaciones inequitativas, aun cuando las mujeres ocupen espacios "masculinizados", conservan la responsabilidad de las tareas domésticas y de cuidado (Townsend, et al., 2024). La literatura científica da cuenta del avance en la visibilización de la participación de las mujeres en estos ámbitos y de los desafíos que enfrentan (Lastarria-Cornhiel, 2011). El objetivo de esta investigación es comprender cómo la participación de las mujeres en cargos de representación comunitaria y en la producción de cultivos comerciales: pimienta, cacao y vainilla, les permite una mayor participación en la toma de decisiones, la organización y distribución de los recursos que se generan en sus hogares. Para tal propósito, se abordan aspectos teóricos sobre género, ruralidad, uso del tiempo y empoderamiento. Se presenta un panorama del contexto agropecuario actual y se identifican los principales obstáculos y oportunidades para el desarrollo de las mujeres en este entorno. Se utilizó una metodología cualitativa, se aplicaron entrevistas a profundidad y observación participante.

Materiales y métodos

Se realizaron siete entrevistas a profundidad y observación participante sobre las actividades que realizan las mujeres cotidianamente en Reyeshogpan de Hidalgo, mpio. de Cuetzalan, Puebla, durante el mes de abril de 2024. Además, se aplicaron tres cuestionarios, el primero, para medir el empoderamiento, entendido como la capacidad de elegir una vida que tenga valor para ti y perseguirla con éxito, de tener capacidades internas y externas para hacerlo e identificar algunas creencias, ideologías, estilos de vida y toma de decisiones relacionados con el género (Nussbaum, 2006). El género es una institución histórica, fluida y cambiante que establece patrones de comportamiento que asignan derechos, responsabilidades y castigos sociales a los individuos en su vida diaria: en la familia, en el trabajo y en otras instituciones (Lorber 1994:26). El segundo cuestionario se aplicó para medir el uso del tiempo de las mujeres. Finalmente, el tercer cuestionario fue sobre el calendario agrícola para conocer la división sexual del trabajo agrícola entre hombres y mujeres.

Resultados y discusión

En 2022, el 19% de las unidades de producción agropecuaria en México están a cargo de mujeres, lo que equivale a 876.456 unidades (INEGI, 2022). Con relación al trabajo remunerado, el 30.1% de las mujeres que trabajan en la producción agropecuaria no reciben un sueldo (INEGI, 2022), lo que refleja una significativa brecha en el reconocimiento económico de su labor. Los espacios masculinizados se consideran aquellos ubicados en la esfera pública, donde se toman decisiones, se obtienen ingresos y se obtiene reconocimiento social. La falta de reconocimiento de la mujer rural como productora agropecuaria y su participación como ciudadana plena, debido a las normas patriarcales que consideran al hombre como jefe de familia y propietario del

patrimonio familiar, sus activos y el reparto de los recursos e ingreso familiares, invisibilizando la participación de las mujeres como ciudadanas independientes con derechos iguales (Lastarria-Cornhiel, 2011). En el caso, de las mujeres de Reyeshogpan, la mayoría se encuentra en situación de subordinación, debido a que viven en la casa de su cónyuge, por no tener acceso a vivienda, ni tierras propias para cultivar, sin embargo, afirman participar en las diferentes labores de producción en las tierras de sus cónyuges para disminuir los costos de producción. Según los resultados de la Encuesta Nacional sobre el Uso del Tiempo (ENUT) de 2019, las mujeres dedican 39.7 horas a la semana al trabajo no remunerado, como la limpieza del hogar y los cuidados, mientras que las mujeres entrevistadas en la localidad de Reyeshogpan dedican a las mismas actividades un promedio de 42 horas. A nivel país, estarían trabajando 27 horas más que los hombres, que dedican 15.2 horas a la semana, esto deja ver una brecha de género enorme. Además, dedican más tiempo al trabajo no remunerado, lo que demanda mayor esfuerzo para participar en actividades remuneradas. Se encontró que las mujeres con mayor nivel de escolaridad y son propietarias de algún predio, tienen mayor participación en la toma de decisiones en sus hogares y también participan en cargos de representación en la comunidad.

Conclusiones

Es muy clara la diferencia que existe en el uso del tiempo entre hombres y mujeres con relación al trabajo no remunerado tanto a nivel nacional como a nivel de Reyeshogapan, donde las mujeres dedican el doble de horas al trabajo no remunerado para el propio hogar, sin olvidar que no dejan de contribuir económicamente con ingresos generados por trabajos en todo el proceso de producción de cultivos básicos y comerciales, además de trabajo “pasivo” como la elaboración de huipiles. Se concluyó que las mujeres con bienes están más empoderadas y ocupan espacios de representación comunitaria.

Literatura citada

INEGI (2022). Censo agropecuario 2022. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/

INEGI (2019). Encuesta Nacional sobre el Uso del Tiempo 2019. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/programas/enut/2019/

Lastarria-Cornhiel, S. (2011). Las mujeres y el acceso a la tierra comunal en América Latina. Tierra de mujeres: Reflexiones sobre el acceso de las mujeres rurales a la tierra en América Latina, 19-38.

Lorber, J. (1994). The social construction of gender. Reconstructing gender: A multicultural anthology, 96-103.

Nussbaum, M. C. (2006). Las fronteras de la justicia: una defensa del pluralismo y la comparabilidad. Paidós, 448/.

Townsend, C. H., Kray, L. J., & Russell, A. G. (2024). Holding the Belief That Gender Roles Can Change Reduces Women’s Work–Family Conflict. Personality and Social Psychology Bulletin, 50(11), 1613-1632.

PARTICIPACIÓN Y DESERCIÓN DE LAS MUJERES RURALES EN EL PROGRAMA SEMBRANDO VIDA

Esmeralda Cisneros-Villegas[1]; Manuel Ángel Gómez-Cruz[1], Benito Ramírez-Valverde[2]; Alma Delia Buendía-Rodríguez[3]

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Sociología Rural,

esme.cisnerosvillegas@gmail.com

Introducción

El Programa Sembrando Vida se implementa en México a partir de 2019 como una estrategia agroecológica para atender la pobreza y la degradación ambiental en el medio rural. Inició con 226 037 participantes y alcanzó 426 848 en 2024, expandiéndose de 19 a 24 estados. Sin embargo, además del crecimiento se observa un fenómeno crítico; la deserción que en el tránsito 2019-2020 alcanzó el 12% reflejando tensiones estructurales en su diseño y operación, además de las vinculadas a factores de género, territorio y condiciones socioeconómicas. Este trabajo analiza la participación y deserción de hombres y mujeres, así como sus implicaciones para la justicia territorial y de género.

Materiales y métodos

Se utilizó el padrón oficial de beneficiarios del Programa Sembrando Vida para el año 2019 y 2020, disponible en (https://pub.bienestar.gob.mx/v2/pub/programasIntegrales/16/172), clasificado por entidad, municipio, sexo y edad. Se homologaron las bases de datos creando una clave única por participante para identificar permanencia o salida. Se aplicó prueba estadística Chi cuadrada para validar diferencias por sexo entre entidades. Los resultados se asociaron a capas de Información Geográfica de INEGI para elaboración de mapas y cuadros comparativos.

Resultados y discusión

A nivel nacional, en 2024 las mujeres representan solo el 33% de los beneficiarios, brecha que se reproduce en casi todas las entidades federativas, aunque con variaciones regionales: los estados con mayor participación femenina relativa son Zacatecas (49.8%), Jalisco (43.0%), Tabasco (38.7%), Guerrero y Oaxaca (37.9%). Los estados con menor participación femenina son Yucatán (14.9%), Estado de México (16.9%), Hidalgo (22.8%), Quintana Roo (23.2%).

La prueba de chi cuadrada ($\chi 2=5037.746$; $p<.001$) confirma diferencias significativas entre estados, lo cual confirma que el acceso de mujeres está mediado por factores territoriales, culturales y estructurales. La Estrategia de Igualdad de Género 2023–2025 del PNUD subraya que los programas rurales deben garantizar empoderamiento, participación política y acceso equitativo a recursos productivos para las mujeres. En Sembrando Vida, la exigencia de tenencia formal de tierra excluye sistemáticamente a muchas de ellas. Datos del RAN (2025) muestran que, aunque las mujeres son más del 50% de la población rural, solo el 27% de los títulos parcelarios y menos del 20% de los ejidatarios están a su nombre, lo que limita su elegibilidad y perpetúa la desigualdad de género en el ámbito rural.

La deserción en programas sociales (Cuadro 1) puede explicarse desde el enfoque estructural, asociada a condiciones de pobreza, desigualdad territorial y falta de infraestructura que limitan su permanencia. Desde la teoría de la desvinculación institucional que propone Berumen (2021) “los beneficiarios abandonan los programas cuando no encuentran sentido, utilidad o reconocimiento en las actividades propuestas”. Aunque la deserción en Sembrando Vida es moderada, varía entre estados y requiere adaptar acompañamiento técnico e incentivos a las condiciones locales. La brecha de género muestra que las mujeres enfrentan obstáculos específicos que deben atenderse con enfoque feminista y comunitario. Como señalan Ortiz y

Sánchez (2024), el éxito del programa depende de su capacidad para responder a las necesidades locales, fortalecer el apoyo técnico e incluir a las mujeres en las actividades productivas para garantizar su sostenibilidad.

Cuadro 1. Participantes que ingresaron en 2019 y salieron del programa en 2020

Estado	Sembrando vida			Deserción			
	Total	Mujeres (%)	Hombres (%)	Total	Total (%)	Mujeres (%)	Hombres (%)
Chiapas	81,554	29.60	70.40	4,420	5.42	31.63	68.37
Tabasco	56,096	37.23	62.77	4,014	7.16	37.62	62.38
Veracruz de Ignacio de la Llave	52,184	27.17	72.83	2,309	4.42	25.81	74.19
Durango	9,903	29.21	70.79	601	6.07	26.12	73.88
Campeche	9,801	34.17	65.83	554	5.65	27.80	72.20
Puebla	6,669	25.79	74.21	366	5.49	28.14	71.86
Quintana Roo	4,913	27.76	72.24	226	4.60	21.24	78.76
Yucatán	4,871	15.25	84.75	179	3.67	17.32	82.68
Resto de estados	46	17.39	82.61	5	10.87	20.00	80.00
Total	**226,037**			**12,674**			

Fuente: elaboración propia con datos de Secretaría de Bienestar, 2025

Conclusiones

Aunque la participación de las mujeres en el PSV ha aumentado, aún está lejos de alcanzar equidad, lo que sugiere que se requieren mecanismos diferenciados para mujeres rurales como la tenencia de la tierra y apoyo de cuidados. La permanencia en el programa depende de adaptar criterios técnicos a realidades locales y no asumir que criterios nacionales funcionan en todos los territorios, así como el incorporar agroecología feminista puede fortalecer la sostenibilidad del programa, puesto que la deserción refleja desigualdades estructurales más que decisiones individuales.

Literatura citada

Rochin Berumen, F.L. (2021). *Deserción escolar en la educación superior en México: revisión de literatura.* Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo (RIDE), 11(21),1-25. https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.830

Ortiz-Timoteo, J., & Sánchez-Sánchez, O. (2024). *El programa Sembrando Vida: una aproximación sobre su implementación en el sur de Veracruz, México*. Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional, 34(64). https://doi.org/10.24836/es.v34i64.1487

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2023). *Estrategia de Igualdad de Género 2023–2025*. Naciones Unidas México. https://mexico.un.org/es/230304

Registro Agrario Nacional (RAN). (2025). *Indicadores básicos de la propiedad social*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/ran/articulos/indicadores-basicos-de-la-propiedad-social-del-ran-fuente-fidedigna-de-consulta-nacional

ANALISIS PROSPECTIVO DE SOSTENIBILIDAD

Iván Primitivo González-Romero[1*]; Jorge Gustavo Ocampo-Ledesma[2]; Álvaro Reyes-Toxqui[3]; Javier Castañeda-Rincón[4]; Jorge Aguilar-Ávila[2]

[1]Maestría en Estrategia Agroempresarial, CIESTAAM, [2]CIESTAAM, [3]Preparatoria Agrícola, [4]Suelos. Universidad Autónoma Chapingo

*iprimitivo.gonzalez@ciestaam.edu.mx

Introducción

En aras del desarrollo económico y civilizatorio, las empresas se han decantado por el modelo extractivista dentro de un sistema planeta finito, llegando a resentir el día de hoy las consecuencias de esa política de desarrollo en las crisis económica, social, sanitaria y ambiental. Por ello es imperante revisar nuevos modelos de desarrollo con miras a resarcir o al menos detener el deterioro general con propuestas como el descrecimiento, el buen vivir, el ecosocialismo, el desarrollo endógeno, la modernidad reflexiva (Beck, 1999) o, en los últimos tiempos, la sostenibilidad que promueve la armonía entre bienestar social (ponderándolo como factor primordial), eficiencia económica y equilibrio ecológico (Toledo, 2015), pues desde la revolución industrial estos principios habían sido enfocados en gran medida en la sostenibilidad económica para que las empresas continuaran su labor, sin tomar en cuenta la esfera social y ambiental. La triple sostenibilidad busca un equilibrio entre sociedad, medio ambiente y empresas (Miller, 2020), en un sistema donde tres poderes se expanden y contraen en función de los otros (Cohen & Arato, 1992), el poder político representado en gobiernos y partidos, el económico con las empresas, corporaciones y mercados, y el social con comunidades, asociaciones, cooperativas, sindicatos y organizaciones profesionales, que inciden y dictan la dirección de los recursos, de los medios de producción, del medio ambiente y por ende, de la relación entre las tres aristas de la sustentabilidad, apoyados dichos poderes por un cuarto metapoder (Toledo, 2015) que son los medios masivos de comunicación que pueden mover la balanza de relaciones de poder y, a la vez, de la sustentabilidad de acuerdo a sus fines particulares, casi nunca para las necesidades de la humanidad. Finalmente puede promoverse un ajuste de enfoque ante las crisis actuales, donde el objetivo principal sea la sostenibilidad del medio ambiente en armonía con la del Ser Humano, representado en las esferas social, política y empresarial, ecuación urgente debido a las necesidades presentes que ameritan sostener la vida primordialmente, donde la meta presente sea la sostenibilidad de los recursos y la vida en el planeta y la sustentabilidad económica y política puedan ser pilares para lograrlo. Se trata de organizar un sistema sucesor al capitalismo que como anunció Immanuel Wallerstein en un comunicado al seminario *Diez Años Después* celebrando en Brasil en 2010 (Zibechi, 2010), estará en construcción en las próximas décadas para atender las crisis actuales y lograr la sustentabilidad integral y para lograrlo es indispensable exponer la relación de fuerzas clave en miras de entender el fenómeno de la sostenibilidad.

Materiales y métodos

Proponer un análisis prospectivo de las fuerzas clave en acción respecto de la sostenibilidad integral, luego de una revisión de literatura relacionada al tema, buscando trazar los lazos entre las distintas aristas en un diagrama que no se ha formulado aún por parte de los autores referenciados.

Resultados y discusión

Después de repasar el avance literario sobre las fuerzas que mueven la balanza de la sostenibilidad se propone incluir en esta relación metapoderes como el *Armamentístico*, el *Lobby Diplomático* y el *Lobby Económico*, que ejercidos o latentes pueden cambiar la configuración en

hechos como los ocurridos en 2026 por parte de Estados Unidos a Venezuela y Cuba que impactan en la triple sostenibilidad. Se plantean dos nuevas categorías de fuerzas: *Analgésico*, que puede mitigar las crisis y procurar la sostenibilidad integral, y *Dual* que puede funcionar como metapoder o analgésico. Como ejemplo de la acción social puede ser una revolución legítima o bien una desestabilización social provocada por otros metapoderes, en la ciencia, la polémica sobre pesticidas entre investigadores en pos de la sostenibilidad y otros influenciados por el *Lobby Económico* y una última categoría el *Ultrapoder*, que atiende al poder intrínseco de la naturaleza ya sea por la incidencia humana como el cambio climático o cualquier otro evento fortuito natural, recordándonos la necesidad de buscar un equilibrio ser humano-naturaleza.

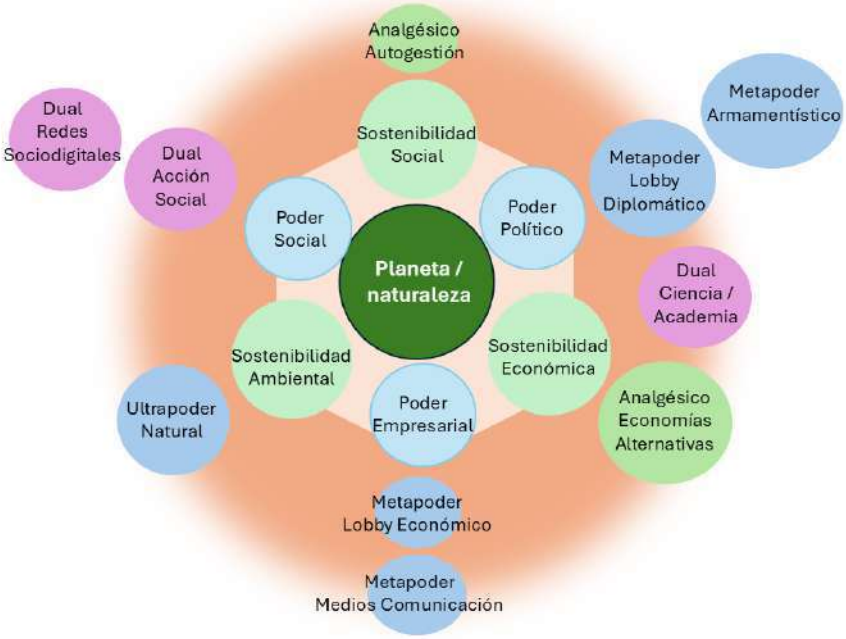


Figura 1 Fuerzas clave de la sostenibilidad integral. Elaboración propia.

Conclusiones

Entender las relaciones de poder en concordancia con las necesidades de la triple sustentabilidad y dejar de poner al centro al ser humano y su incidencia y alteración del ecosistema para enfocarse en el planeta, es fundamental para diseñar un nuevo modelo de desarrollo que aborde las crisis actuales de manera urgente.

Literatura citada

Beck, U. (1999). *La invención de lo político. Para una teoría de la modernización reflexiva.* (1.ª ed.). Fondo de Cultura Económica.

Cohen, J. L., & Arato, A. (1992). *Sociedad civil y teoría política.* (R. Reyes Mazzoni, Trad.; Primera Edición en español). Fondo de Cultura Económica.

Miller, K. (2020, diciembre). El triple resultado: ¿Qué es y por qué es importante? *Harvard Business School Online*, 6.

Toledo, V. M. (2015). ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico política. *INTER DISCIPLINA*, *3*(7). https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52383

Zibechi, R. (2010, enero 29). Los diferentes significados del otro mundo es posible. *La Jornada*. https://www.jornada.com.mx/2010/01/29/opinion/022a1pol

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO SOBRE AGROFORESTERÍA (2002-2025)

Juan Carlos Hernández-Barboza[1]; Saúl Ugalde-Lezama[2]

[1]Departamento de Fitotecnia. [2]Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo

al24620029@chapingo.mx

Introducción

La expansión agrícola y la urbanización amenazan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Serna-Lagunes *et al*., 2023). Frente a ello, la agroforestería —integración de árboles con cultivos y/o ganado (Nair, 1985)— emerge como estrategia clave para la agricultura multifuncional y la adaptación climática (Leakey, 2017; Gerritsen *et al*., 2017). En México, programas como Sembrando vida (DOF, 2019) han impulsado su adopción apoyándose en la producción científica hasta ahora publicada. Por ello, este estudio realizado en la Universidad Autónoma Chapingo analiza la producción científica sobre agroforestería con un enfoque bibliométrico.

Materiales y métodos

En febrero de 2026 se realizó una búsqueda sistemática en el motor de Redalyc utilizando la ecuación: "Agroforestal" OR "Agroforestería" OR "Agrosilvopastoril" OR "Silvopastoril" OR "Sistemas agroforestales", sin restricción de año. Los registros se procesaron con metadatos completos (autores, año, título, revista, palabras clave, resumen, DOI y URL). La depuración se realizó mediante el método PRISMA, que comprendió: 1) identificación de registros; 2) eliminación de duplicados por título, DOI y URL; 3) cribado por tipo documental (excluyendo notas editoriales, memorias de congresos y artículos periodísticos); y 4) evaluación temática a partir de título, palabras clave y resumen. Se incluyeron únicamente artículos originales y revisiones sistemáticas o bibliométricas que abordaran explícitamente sistemas agroforestales, silvopastoriles o agrosilvopastoriles. Los artículos seleccionados se analizaron mediante métricas de productividad anual, revistas más productivas, autores con mayor frecuencia de publicación y tendencias temáticas a partir de la frecuencia de términos clave.

Resultados y discusión

Identificación y depuración de datos. Se identificaron 3,807 registros que una vez analizados por método PRISMA se redujeron a un total de 287 artículos científicos que cumplieron con los criterios establecidos y que constituyeron la base para el análisis bibliométrico.

Producción científica por año. Los artículos elegidos comprendieron el periodo entre 2002 y 2025. Se observa una tendencia general creciente con ciertas fluctuaciones interanuales. La producción fue incipiente entre 2002 y 2005 (2–6 artículos por año), seguida de una fase de estabilización entre 2006 y 2014 (10–17 artículos anuales). A partir de 2015 se registra una expansión más marcada, destacando 2018 con 28 publicaciones y alcanzando el máximo histórico en 2021 con 33 artículos. Posteriormente se presenta una disminución en 2022 y una recuperación parcial en 2023, mientras que los valores de 2024 y 2025 deben interpretarse con cautela debido a posibles rezagos de indexación.

Producción científica por revista. La producción científica identificada en Redalyc muestra una concentración notable en un reducido grupo de revistas. Destacan Pastos y Forrajes (47 artículos; 16.4%) y Avances en Investigación Agropecuaria (46; 16.0%), que en conjunto concentran aproximadamente un tercio del total de publicaciones (32.4%). En un segundo nivel se ubican la Revista Cubana de Ciencia Agrícola (26; 9.1%) y Agronomía Mesoamericana (17; 5.9%). El resto de la producción se distribuye en más de cuarenta revistas con aportaciones menores, lo que evidencia un patrón de concentración moderada con amplia dispersión temática, consistente con la dinámica descrita por la Ley de Bradford (1934).

Producción científica por autor. El análisis de autoría mostró una marcada concentración de la producción en un reducido grupo de investigadores. Tras normalizar nombres —corrigiendo variaciones ortográficas, uso de iniciales y guiones— se identificó como autor más productivo a L. Lamela (9 artículos), seguido por G. Crespo (8), y por J. Alonso y L. Simón (7 cada uno). En un segundo nivel se ubicaron G. Febles, M. Soca y T. Sánchez, con seis publicaciones cada uno. Un conjunto intermedio de autores presentó entre tres y cinco contribuciones, mientras que la mayoría registró solo una o dos publicaciones. Este patrón confirma una estructura de productividad altamente desigual, consistente con la Ley de Lotka (1926), donde un pequeño núcleo concentra la mayor proporción de trabajos y la mayoría participa de manera ocasional.

Tendencias temáticas. Los términos más utilizados giraron en torno a la agroforestería y su multifuncionalidad, destacando prácticas como cultivos en callejones (alley cropping), plantaciones mixtas y sistemas que integran árboles con cultivos y ganadería. Conceptos como silvopastoril, agrosilvopastoril y ganadería integrada fueron recurrentes, junto con bancos forrajeros y manejo de pastos para optimizar la carga animal. La sostenibilidad del agroecosistema se abordó mediante estrategias de conservación de suelos, cobertura vegetal (ground cover) y manejo de suelos, enfocadas en preservar la biodiversidad y generar biomasa. Todo ello orientado a garantizar la seguridad alimentaria, fomentar la adaptación climática, a potenciar los servicios ecosistémicos, e impactando también en el ámbito socioeconómico.

Conclusiones

El análisis bibliométrico revela un crecimiento sostenido de la investigación en agroforestería en el periodo 2002-2025, con una fase de expansión marcada a partir de 2015 y un máximo histórico en 2021. La producción científica presenta una concentración geográfica e institucional significativa, con revistas cubanas y mexicanas (Pastos y Forrajes, Avances en Investigación Agropecuaria) como principales medios de difusión, e investigadores cubanos (Lamela, Crespo, Alonso, Simón) como los más productivos. Las tendencias temáticas confirman la evolución hacia enfoques de multifuncionalidad, donde la integración de componentes agrícolas, pecuarios y forestales busca simultáneamente la productividad, la conservación de suelos y biodiversidad, la adaptación climática y la provisión de servicios ecosistémicos. La reciente disminución en el número de publicaciones (2022-2025) y la necesidad de incorporar nuevas perspectivas temáticas plantean el reto de consolidar la agroforestería como un eje estratégico en las políticas públicas de desarrollo rural sostenible en la región.

Literatura citada

Bradford, S. C. (1934). Sources of information on specific subjects. *Engineering*, 137, 85-86.

DOF. (2019). Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos de Operación del Programa Sembrando Vida. Diario Oficial de la Federación.

FAO. (2015). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Gerritsen, P. R. W., et al. (2017). Agricultura multifuncional y agroforestería en México. Sociedad y Ambiente, 5(13), 7–26.

Leakey, R. R. B. (2017). Multifunctional Agriculture: Achieving Sustainable Development in Africa. Academic Press.

Lotka, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. Journal of the Washington Academy of Sciences, 16(12), 317-323.

Montagnini, F. (2017). Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty. Springer.

Nair, P. K. R. (1985). Classification of agroforestry systems. Agroforestry Systems, 3(2), 97–128.

Serna-Lagunes, R., et al. (2023). Cambio de uso de suelo y pérdida de biodiversidad. Ecosistemas, 32(1), 1–15.

EXPLOTACIÓN AGUACATERA EN MORELOS: CAMBIOS SOCIOAMBIENTALES Y EN LA ECONOMÍA CAMPESINA

Jorge Luis Morett-Sánchez[1*]; Ernesto Meléndez-Santibañez[2]; María Guadalupe Mora-Pizano[3]; Alma Rosa Mora-Pizano[4 –]

Sociología Rural[1;] Posgrado Sociología Rural[2]; Preparatoria Agrícola[3], Universidad Autónoma Chapingo

*jorgemorett@yahoo.com.mx

Introducción

El cultivo y la demanda internacional de aguacate para consumo alimentario ha triplicado su producción en las últimas tres décadas. México, con 30% de la cosecha total, de 10.5 millones de toneladas, (FIRA, 2024) se ha colocado como el principal país productor y el más importante consumidor y exportador de esta fruta tropical originaria de Mesoamérica, con 50% de las ventas en el mercado mundial, con un valor de casi 4 mil millones de dólares en 2023 y con Estados Unidos como el principal comprador, con más del 80% de lo exportado. (Agro excellence, 2023). La explotación del “oro verde” deja enormes ganancias, aun con costos de producción elevados, de 200 mil pesos anuales en promedio por hectárea, que solo se recuperan hasta el 5º año, las huertas van en aumento (Agro excellence, 2023). La producción se ha convertido en una industria integrada a la agroexportación y la acumulación de capital, con un importante número de pequeños y medianos agricultores, entre los 30 mil que hay en México. Este monocultivo intensivo, con fines comerciales, tiene graves implicaciones medioambientales; requiere la aplicación de gran cantidad de agroquímicos: fungicidas, insecticidas y fertilizantes sintéticos; una alta demanda de agua, además ha provocado la deforestación y desplazado a la milpa como agroecosistema tradicional, con erosión de suelos y pérdida de biodiversidad, tal como está sucediendo en Tetela del Volcán, Morelos, estado que ocupa el 5º lugar en la producción de aguacate a nivel nacional, con 3614 productores. (Agro excellence, 2023). La explotación de aguacate genera desigualdad social, pérdida de relaciones comunitarias, conflictos por el agua, la tierra y los recursos. Aunque existe un debate sobre la sustentabilidad del cultivo e importantes experiencias de manejo orgánico (PNUD, 2024), los problemas ambientales que generan las plantaciones y sus impactos en la vida social son amplios. Esta investigación, tuvo como objetivo analizar dichas implicaciones, con base en entrevistas a productores de la región, con opiniones distintas sobre los efectos que el cultivo del aguacate, ha tenido en sus vidas y el territorio.

Materiales y métodos

La metodología cuantitativa y cualitativa permitió realizar un análisis más profundo de la complejidad económica y socioambiental existente en la producción aguacatera en los Altos de Morelos, como un proceso de transformación de la estructura social, mediante cambios agrícolas importantes. Se inició con una revisión bibliográfica de la región, con el propósito de rescatar información esencial que nos ayudara a definir elementos centrales de análisis para comprender los entresijos de la cadena productiva del aguacate, el *oro verde mexicano,* así como los cambios provocados en los actores sociales involucrados en ella, en la comunidad y el medio ambiente (Valdez, 2025) Para el análisis de información y la dimensión de la problemática de estudio, nos basamos en estadísticas de INEGI y del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, ello nos ayudó a comprender elementos de la producción y la comercialización del aguacate a nivel regional y nacional, lo que nos permite hacer comparaciones y conocer oficialmente datos como volumen de producción, número de productores, superficie cultivada en la región, producción por municipios, etc. Aunque conocimos puntos de vista de campesinos que tienen a la agricultura tradicional como principal actividad económica, nos interesa seguir rescatando su opinión para contrastarla con aquellos que ven en la explotación aguacatera grandes beneficios, así como explicar los cambios en el funcionamiento de la comunidad agraria y en su importancia actual.

Resultados y discusión

La intensificación del cultivo del aguacate en el oriente de Morelos está generando cambios en la estructura económica y social de la comunidad rural, además de un impacto en su entorno ambiental que apunta hacia una mayor diferenciación social y conflictos por los recursos del territorio, en especial problemas por el agua. Apoyados en las entrevistas, concluimos que hay nuevas dinámicas sociales y productivas originadas por el cultivo del aguacate, aumento en los problemas ambientales y conflictos por la explotación de la fruta. Los cambios son complejos y de múltiples dimensiones: social, económica, técnica, productiva, ambiental y territorial. No es una simple sustitución de cultivos, es el paso de una producción de autoconsumo, a otra dirigida al mercado y con volúmenes de exportación pequeños, pero en crecimiento. (AGRICULTURA. MORELOS, 2019). Este proceso afecta la estructura agraria regional, el medio ambiente, la economía campesina y la comunidad, como organizaciones sociales básicas del medio rural. La modernización se da un proceso de globalización de la agricultura que acentúa la dependencia alimentaria, desarticula a la comunidad, impone la agroindustrialización del fruto y deja, parcialmente en manos de la multinacional Walmart, la comercialización y el control del mercado, como sucede con un grupo de aguacateros que tienen un contrato de venta con esa empresa y que recientemente abrieron una nueva empacadora en la localidad. (SEDAGRO-Morelos. 2025)

Conclusiones

La información y el análisis realizado evidencian algunos cambios impuestos por las nuevas dinámicas rurales socioterritoriales, resultado de la modernización agrícola, provocada en este caso por el cambio de cultivos, con la explotación del aguacate como un bien comercial de exportación, y por el control que sobre el mismo realizan empresas transnacionales como Walmart, la cual desde la esfera de la comercialización controla el proceso sin tener directamente que intervenir en la producción del campo. Hay también una clara afectación ambiental en la región, debida al incremento en la aplicación de agroquímicos y al uso y abuso del agua que se acapara y se contamina.

Literatura citada

Agro excellence. (2023). “Es Morelos quinto en producción de aguacate, pero primero en sabor y calidad” (https://agroexcellence.com.mx/es-morelos-quinto-en-produccion-de-aguacate/).

APEAM. (2025). “Aguacate de México”. Blog de la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México. “Sorteo de plaguicidas: protección del aguacate”. https://apeamac.com/tag/aguacate-de-mexico. México.

FIRA (2024). Panorama Agroalimentario. Aguacate 2024. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Subdirección de Análisis del Sector. (Panorama%20Agroalimentario%20Aguacate%202024%20(8).pdf). México

PNUD. (2024). En Morelos, 16 empresas sociales fortalecen la producción de aguacate orgánico con cero deforestación. https://www.undp.org/es/mexico/noticias/en-morelos-16-empresas-sociales-fortalecen-la-produccion-de-aguacate-organico-y-con-cero-deforestacion.

Representación de AGRICULTURA Morelos (Blog). “Incrementa producción y exportación de aguacate Morelense. Se exporta a Canadá, Estados Unidos, Europa y Asia más de 300 toneladas anualmente”. https://www.gob.mx/agricultura%7Cmorelos/articulos/ Morelos septiembre 2019.

SEDAGRO- Morelos. 2025. “Reconoce Sedagro a productores de aguacate de Tetela del Volcán por su esfuerzo y dedicación”. https://www.morelos.gob.mx/ultimas-noticias/reconoce-sedagro-a-productores-de-aguacate-de-tetela-del-volcan-por-su-esfuerzo-y-dedicacion. 25 de abril de 2025.

Valdés G. (2025). “Un futuro socioecológico para el aguacate mexicano”. En “Producción de frutales en cambio climático. Experiencias en América Latina” Ed. en Comunicación Científica”

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA EL CULTIVO *Prunus persica* L EN LA SUBCUENCA DEL RIO CUAUTLA

Mauricio F. Sánchez-Pérez[1*]; Dante Alejandro López-Carmona[2]; Alejandro Hernández-Tapia[2]

[1]División de Ciencias Forestales. [2]Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo

* al26610308@chapingo.mx

Introducción

La producción mundial de durazno (*Prunus persica* L.) para el 2024 fue de 27.9 millones de toneladas en 1.56 millones de hectáreas, siendo China, España y Turquía los principales productores, mientras que México ocupó el noveno lugar (Food and Agriculture Organization, 2024). En México, los estados de Zacatecas, Michoacán y Puebla lideran la producción, mientras que en Morelos la superficie ha disminuido su participación. Factores como plagas y altos costos de producción han limitan su productividad. El objetivo fue delimitar las zonas con potencial agroecológico para el cultivo de durazno, en la subcuenca del río Cuautla, con la finalidad de identificar los niveles de aptitud para dicho cultivo.

Materiales y métodos

Para la zonificación agroecológica se obtuvieron los requerimientos climáticos y edáficos (Figura 1) y se aplicó la metodología FAO (1997). Se utilizaron normales climatológicas 1990–2020 del Servicio Meteorológico Nacional y variables fisiográficas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, excluyendo Áreas Naturales Protegidas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. El análisis se realizó en QGIS 3.38.0, generando cuatro niveles de aptitud (Cuadro 1).

Cuadro 1. Requerimientos agroclimáticos para el cultivo de durazno, MA= muy aptas, A= aptas, mA= marginalmente aptas, NA= no aptas.

	Aptitud			
Variable	MA	A	mA	NA
Temperatura	12-22	-	-	<12 >22
Precipitación	1,200-1,800	1,000-1,200	750-1,000 1,800-2,000	>2,000 <750
Suelos	Andosol, Cambisol, Castañozem, Chernozem		"Arenosol Feozem Fluvisol Vertisol"	"Leptosol Regosol Rendzina"
Textura	Media y fina		Gruesa	-
Pendiente	0-35%		-	>35%
Altitud	1,400-2,700		1,000-1,400	<1,000 >2700

Resultados y discusión

El inventario climático mostró que no existen áreas clasificadas como Muy Aptas para el cultivo de durazno en la zona de estudio. Solo el 38 % de la superficie (29,061.18 ha) se clasificó como Apta, mientras que el 37 % (43,372.65 ha) como Marginalmente Apta y el 25 % (45,269.80 ha) como No Apta. Al integrar el inventario edáfico, el porcentaje del territorio se redujo a 12.72 % (14,974.41 ha), 6.11 % (7,190.91 ha) y 81.17 % (95,536.70 ha) para tierras Aptas, Marginalmente Aptas y No aptas respectivamente, evidenciando la influencia restrictiva del suelo para el cultivo del durazno (Ruiz, *et al.*, 2013). Tras excluir áreas urbanas, cuerpos de agua y Áreas Naturales Protegidas, la zonificación final delimitó 16,777.41 ha con potencial productivo, lo cual es 19.65 veces más superficie de la que actualmente se cultiva (595 ha) (SIAP, 2024).

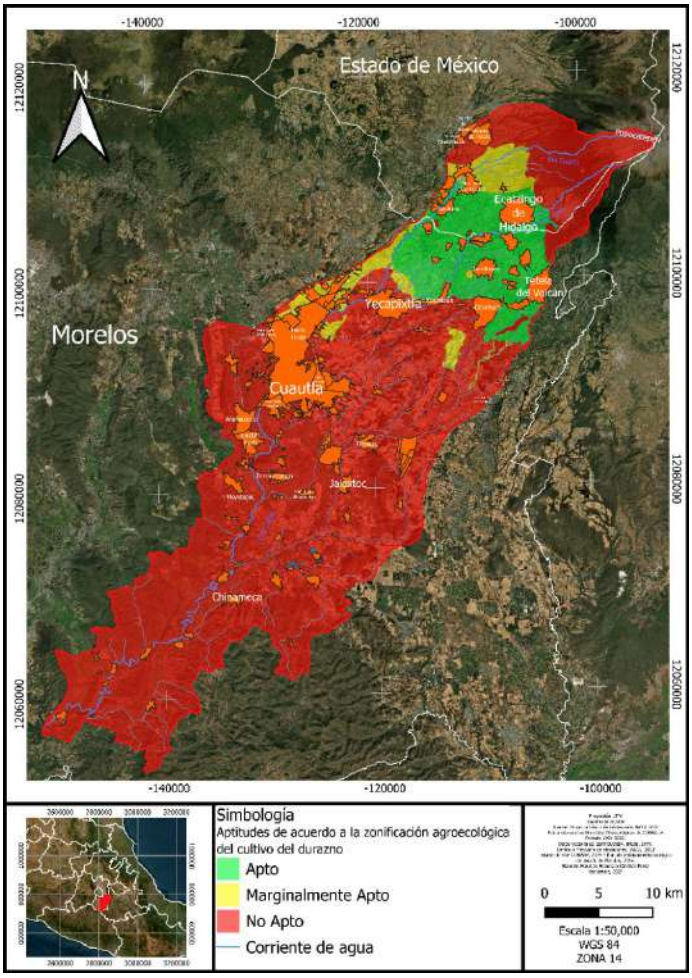


Figura 2. Zonificación agroecológica del cultivo de durazno en la subcuenca del Río Cuautla

Conclusiones

La zonificación agroecológica del cultivo de durazno en la subcuenca del río Cuautla identificó 16,777.41 ha con potencial productivo que representa una superficie de hasta 19.65 veces mayor que la actualmente cultivada. Asimismo, se delimitaron 5,059 ha con aptitud marginal, potencialmente puede mejorar la producción mediante adecuaciones técnicas.

Literatura citada

Food And Agriculture Organization of the United Nations, (FAO). (1997). *Zonificación agroecológica: Guía general*. *Boletín de Suelos* 73, 65 pp. Roma, Italia.

FAOSTAT, F. (2024). Food and agriculture organization of the United Nations. *Statistical database*.

Ruíz, C. J. A., Medina, G. G., González, A. I. J., Flores, L. H. E., Ramírez, O. G., Ortiz, T. C., Byerly, M. K. F. & Martínez, P. R. A. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro técnico Número 3. INIFAP. 366-369.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). Estadística de producción agrícola (Conjunto de datos). Cierre agrícola municipal en 2023.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS EN DOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y AGOSTADERO EN EL LIMÓN, MORELOS

Enrique Cortés-Díaz[1*]; Juan Carlos Arias-Moreno; Pedro Arturo Martínez-Hernández[2], Melitón Córdoba-Álvarez[2]; José Luis Zaragoza-Ramirez[2]; Giovany Tonatiuh González-Bonilla[3]

[1] Departamento de Agroecología, [2] Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo [3] Wild Forest Consulting S. C.

*ecodia@yahoo.com.mx

Introducción

Los sistemas silvopastoriles son una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de leñosas perennes (árboles o arbustos) interactuando con plantas forrajeras herbáceas y animales, bajo un manejo integral con fines de incrementar la productividad a largo plazo (Del Pozo, 2016). El objetivo fue evaluar la asociación de especies forrajeras con guaje (*Leucaena leucocephala)* - cubata *(Acacia cochliacantha)*, sobre la productividad de las ovejas en El Limón, Tepalcingo, Morelos.

Materiales y métodos

El tipo de vegetación primaria es selva baja caducifolia (Trejo, 2005) con clima $Aw_o(w)(i')gw$ (García, 2004). La toma de muestras se realizó de julio a noviembre de 2024, en el ejido El Limón, Tepalcingo, Morelos. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Los tratamientos evaluados fueron: (T3) zacate mombasa (*Megathyrsus maximus) --Leucaena leucocephala-Acacia cochliacantha*, (T2) zacate libertad (*Urochloa brizantha*)-*Leucaena leucocephala-Acacia cochliacantha* y (T1 o testigo) vegetación nativa predominando la familia Asterácea asociada a arbórea nativa, con una densidad de 17 árboles en promedio, en parcelas de 188 m^2 (unidad experimental), haciendo densidad de 904 árboles/ha.

Las muestras se tomaron antes y después del pastoreo, por lo tanto, se tienen valores para forraje ofrecido y rechazado. Posterior a éste el forraje obtenido, las muestras se secaron en una estufa con circulación de aire forzado a una temperatura de 55ºC durante 48 horas hasta peso constante. El forraje ofrecido (FO) y el forraje rechazado (FR) del estrato herbáceo se determinó mediante la ecuación propuesta por Amador (2009). Para el estrato arbóreo el FO se determinó por Amador (2009). Se estimó la tasa de acumulación de forraje (TAF), asignación diaria de forraje (ADF) y grado de cosecha (GC) según Hodgson (1979); la tasa de desaparición del forraje (TDF) mediante Stuth et al. (1981) y la ganancia diaria de peso (GDP), calculada por la diferencia del peso inicial y peso final del periodo de ocupación correspondiente.

Resultados y discusión

Los tratamientos de especies forrajeras mejoradas presentaron mayores tasas de acumulación de forraje (TAF), asignación diaria de forraje (ADF) y tasa de desaparición de forraje (TDF; $p<0.05$), para TAF y ADF hubo incremento de 5 veces en los tratamientos de mombasa y libertad respecto al agostadero (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tasa de acumulación de forraje (TAF; kg MS ha^{-1} $día^{-1}$), asignación diaria de forraje (ADF; kg MS 100 kg PV^{-1} $día^{-1}$), grado de cosecha (GC; %), tasa de desaparición de forraje (TDF; kg MS 100 kg PVT^{-1} $día^{-1}$) y ganancia diaria de peso (GDP; g PVT $día^{-1}$).

Tratamiento	TAF	ADF	GC	TDF	GDP
Agostadero	16.66 ± 9.18 b	2.25 ± 0.85 b	59.17 ± 7.3 a	1.64 ± 0.8 b	20 ± 40 a
M. maximus	69.16 ± 14.2 a	9.29 ± 0.91 a	53.89 ± 5.7 a	5.49 ± 1.2 a	69.16 ± 4 a
U. brizantha	68.94 ± 14.0 a	10.48 ± 1.1 a	56.77 ± 6.5 a	6.03 ± 1.1 a	18.05 ± 4 a

Medias sin una letra en común por columna son diferentes ($P<0.05$)

La TDF fue mayor de 3.3 a 3.6 en las especies mejoradas respecto al agostadero. El GC fue semejante en todos los tratamientos, indica que en todos los tratamientos hubo buena aceptación del forraje. La ganancia diaria de peso (GDP) fue semejante en todos los tratamientos ($p>0.05$), aunque numéricamente el tratamiento del zacate mombasa presentó mayor GDP (69.16 g día^{-1}), ésta fue baja y semejante a lo obtenido por Cortés *et al.* (2022) a misma carga de 158 ovejas ha^{-1}.

Conclusiones

Las especies introducidas (mombasa y libertad) ofrecieron mayor producción de forraje, por sus características genéticas seleccionadas. Guaje y mombasa fue el de producción de forraje más eficiente. Sin embargo, la ganancia de peso de las ovejas fue baja en todos los tratamientos.

Literatura citada

Amador, S. F. (2009). Producción de ovinos en un sistema silvopastoril de guaje y zacate libertad. Tesis profesional. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo.

Cortés, D. E., Campos, O. J. C., Martínez, H. P., y Zaragoza, R. J. L. (2022). Comportamiento del Sistema *Leucaena leucocephala-Megathyrsus maximus* Var Mombasa y Campo Natural Pastoreado por Ovejas Pelibuey en Dearrollo. Journal of Agricultural Sciences Research. 2(12). 8 p. DOI: 10.22533/at.ed.9732122223096

Del Pozo, P. (2016). Los sistemas agroforestales, una alternativa ecológica y socialmente sustentable. Clasificación y aplicaciones. Universidad de Agraria de La Habana. Cuba.

García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. 5ª Ed. UNAM. México 98 p.

Hodgson, J. (1979). Nomenclature and definitions in grazing studies. Grass and Forage Science, 34, 11-18.

Stuth, J. K., Kirby D. R. and Chmielewsky R. E. (1981). Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. Grass and forage science, 36 (1), 9 – 15.

Trejo, I. (2005). Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia de México. In: Halffter, G. J. S.; Koleff, P. y Melic A. (Eds.). Sobre diversidad biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. Ed. M3m Monografías Tercer Milenio. Vol. 4. S.E.A., Zaragoza, España. 242 p.

EFECTO DE AJENJO (*Artemisia absinthium*) SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN DE CONEJOS DURANTE LA ENGORDA

Karen Pineda-Serrato; Maricela Ayala-Martínez; Jair Alain Cruz-Pelcastre, Sergio Soto-Simental

Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

pi404266@uaeh.edu.mx

Introducción

La cunicultura moderna enfrenta el desafío de optimizar los índices productivos mediante el uso de insumos locales y sustentables. El ajenjo (*Artemisia absinthium*) es una planta herbácea distribuida globalmente, reconocida por su gran capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales y su crecimiento en suelos con baja fertilidad. Esta especie vegetal destaca por su contenido de metabolitos secundarios y aceites esenciales (Bora & Sharma, 2011), los cuales pueden ejercer efectos benéficos en la fisiología animal, a pesar de sus propiedades, la información sobre su inclusión en dietas para conejos en etapa de engorda es limitada (García-Paloma & Silva-Guzmán, 2021). El estudio aquí presentado tuvo como objetivo evaluar los parámetros productivos de conejos alimentados con diferentes presentaciones de ajenjo, con el fin de proponerlo como un ingrediente alternativo para la industria cunícola.

Materiales y métodos

El ajenjo (*Artemisia absinthium*) se incluyó en diferentes presentaciones (planta completa deshidratada y molida, hidrolato, infusión y emulsión de hidrolato) en dietas isoproteicas (16 % PC), isofribrosas (30 % FDN y 17 % FDA) e isoenergéticas (2.5 Mcal KgMS-^{1} de energía digestible), de acuerdo con los requerimientos nutricionales (De Blas & Wiseman, 2020). Se utilizaron 80 conejos de 35 días de edad, California x Nueva Zelanda distribuidos completamente al azar en 5 tratamientos (T1-control, T2-planta completa, T3-hidrolato, T4-infusión y T5-emulsión de hidrolato de ajenjo) con 4 repeticiones. Los animales se pesaron al inicio y cada semana durante 42 días, se registró el consumo diario de alimento, con lo cual se calculó la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA).

Resultados y discusión

El consumo (Cuadro 1) y el peso (Cuadro 2) de los animales fue mayor ($p<0.05$) al incluir en la dieta infusión y emulsión de hidrolato de ajenjo (*Artemisia absinthium*) en la dieta, durante la sexta semana, lo cual coincide con la tendencia actual, ya que al utilizar aditivos fitogénicos, se optimiza la salud intestinal (García-Paloma & Silva-Guzmán, 2021).

Cuadro 1. Consumo (g) de alimento de conejos alimentados con ajenjo *(Artemisia absinthium*) en diferentes presentaciones.

Semana	*T1*	*T2*	*T3*	*T4*	*T5*	*EEM*
1	45.74^{De}	62.12^{Ad}	59.51^{Be}	46.48^{De}	56.25^{Ce}	2.16
2	75.76^{Db}	89.64^{Cb}	102.59^{Aa}	63.59^{Ec}	93.13^{Bb}	4.34
3	68.67^{Ac}	66.96^{Bd}	67.89^{Bd}	58.18^{Cd}	69.64^{Ad}	1.77
4	51.54^{Ad}	43.59^{Be}	41.73^{Cf}	38.49^{Cf}	39.42^{Cf}	2.10
5	84.67^{Aa}	71.42^{Dc}	75.74^{Cc}	86.83^{Ab}	78.57^{Bc}	2.87
6	84.82^{Ca}	94.64^{Ba}	86.65^{Cb}	109.59^{Aa}	104.63^{Aa}	4.66
EEM	3.53	4.10	4.66	6.24	4.94	

$^{A, B}$ diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos; $^{a, b, c,}$ diferentes letras entre hileras de una misma columna indican diferencias significativas entre semanas. EEM: Error estándar de la media

Cuadro 2. Peso (g) de conejos alimentados con ajenjo *(Artemisia absinthium*) en diferentes presentaciones.

Semana	*T1*	*T2*	*T3*	*T4*	*T5*	*EEM*
1	565.7^{Cb}	589.0^{Bd}	583.5^{Bc}	587.7 ^{Bc}	629.0^{Ad}	12.8
2	695.63^{Ca}	722.0^{Bc}	749.13^{Bb}	729.7^{Bc}	792.12^{Ac}	18.1
3	777.8^{Ca}	840.2^{Bb}	827.38^{Bb}	789.8^{Cb}	908.12^{Ab}	26.4
4	872.5^{Aa}	878.4^{Ab}	864.0$_{Aa}$	840.9^{Ab}	967.1^{Ab}	34.6
5	1025.5^{Aa}	1048.7^{Aa}	931.8^{Ba}	942.5^{Bb}	1104.0^{Aa}	49.8
6	1020.6^{Aa}	831.12^{Cb}	905.1^{Ba}	1101.0^{Aa}	910.5^{Bb}	67.5
EEM	40.7	35.0	38.9	43.3	35.3	

$^{A, B}$ diferentes letras entre columnas indican diferencias significativas entre tratamientos; $^{a, b, c,}$ diferentes letras entre hileras de una misma columna indican diferencias significativas entre semanas. EEM: Error estándar de la media

Conclusión

La infusión y emulsión de ajenjo (*Artemisia absinthium*) es un aditivo factible de ser utilizado en la alimentación de conejos de engorda, con la finalidad de mejorar los parámetros productivos.

Literatura citada

Bora, K. S. & Sharma, A. (2011). Phytochemical and pharmacological potential of *Artemisia absinthium* (Wormwood): A review. *Journal of Pharmaceutical Research*, *4*(9), 2874-2877.

De Blas, C. & Wiseman, J. (2020). *The Nutrition of the Rabbit*. CABI Publishing.

García-Paloma, J. A. & Silva-Guzmán, J. (2021). Uso de aditivos fitogénicos en dietas para conejos de engorda y su impacto en la salud intestinal. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *12*(3), 850-86.

COMUNIDAD DE APRENDIZAJE AGROECOLÓGICA DEL MOVIMIENTO DE ESCUELAS CAMPESINAS

María Virginia González-Santiago[1]*, Claudia Fernández-González[2]

[1]Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo. México [2]Investigadora independiente

*mgonzalezs@chapingo.mx

Introducción

En 2015 y 2018 la FAO reconoció la importancia de la agricultura familiar y la necesidad del escalamiento horizontal y vertical de la agroecología a nivel internacional para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Acorde con ello, las políticas públicas en México, desde el sexenio pasado, impulsa los programas: Producción para el Bienestar, hoy Cosechando Soberanía y Sembrando Vida a través de organizar Escuelas de Campo con enfoque de Comunidad de Aprendizaje (SADER) y las Comunidades de Aprendizaje Campesinas (Secretaría del Bienestar). No obstante, que actualmente en México, existen aproximadamente 200 iniciativas de tipo agroecológico (Fernández et al., 2023), sigue siendo un reto lograr que la agroecología se practique de manera cotidiana y por amplios sectores de la población, a lo largo de todo el sistema alimentario, desde productores hasta consumidores y sea entendida de manera amplia (Rosset et al., 2019; Gliessman et al., 2023) y no solo como sustitución de insumos. En México, el Movimiento de Escuelas Campesinas desde hace veinticinco años, surge como una alternativa ante el extensionismo, es una estrategia de educación popular para compartir y construir saberes agroecológicos, interculturales que contribuyen a mejorar la vida de l@s campesin@s y sus entornos. Sin embargo, es importante indagar si la agroecología promovida ha sido con enfoque de género (Zuluaga et al., 2018). El objetivo de esta investigación fue sistematizar las estrategias que promueve el Movimiento de Escuelas Campesinas para consolidarse como una Comunidad de Aprendizaje Agroecológica, del año 2000 a la fecha.

Materiales y métodos

El método empleado fue la Investigación-Acción-Participativa (Gliessman et al., 2023), al ser enlace del Movimiento de Escuelas Campesinas. Para sistematizar, con enfoque de género, la acción colectiva del Movimiento de Escuelas Campesinas se realizó una línea del tiempo con la técnica de Indagación Apreciativa, con enfoque emic (González y Fernández, 2025), se agruparon las temáticas que se han analizado en los encuentros anuales y regionales a fin de mostrar la diversidad de aspectos que son de interés desde las Escuelas Campesinas.

Resultados y discusión

Las estrategias de acción colectiva del Movimiento de Escuelas Campesinas (Movimiento) se han concentrado en los Encuentros Nacionales entre 2003 a 2017 y los Encuentros Regionales desde el año 2000 a la fecha. La temática anual es propuesta por la organización anfitriona. Si bien las personas que integran las Escuelas Campesinas son las que comparten sus saberes, en los Encuentros participan diversos actores sociales: estudiantes, técnic@s, promotores/as, investigadores/as, representantes de organizaciones gubernamentales y de ONG´s. En la Comunidad de Aprendizaje ¡tod@s aprendemos de tod@s!

La sistematización de las conclusiones de los Encuentros aportan los siguientes resultados:

1. El Movimiento está integrado por diversas iniciativas de base, cada una con historias, dinámicas, figuras asociativas y formas de financiamiento propias, algunas como la Escuela de Agricultura Ecológica U Yits Ka´an, de Yucatán con 30 años de trayectoria.

2. Las familias campesinas, en el contexto de las organizaciones sociales, son el centro de la estrategia de campesin@ a campesin@, son la Comunidad de Aprendizaje Agroecológica que en lo cotidiano practica el diálogo de saberes, el aprender-haciendo, la reciprocidad.
3. La formación de promotoras/es campesin@s comunitari@s es central, son personas que predican con el ejemplo, y comparten, de manera práctica, sus experiencias.
4. El intercambio de experiencias, de sus agri-culturas, de campesin@ a campesin@ es un aprendizaje vivencial, para compartir sus formas de vida.
5. El apoyo mutuo, la espiritualidad hacia la madre tierra y el desarrollo de una conciencia crítica de su contexto histórico, social, político, cultural y ambiental de sus modos de vida, especialmente de sus sistemas alimentarios es parte de la acción colectiva del Movimiento.
6. Se prioriza la obtención de valores de uso por encima de valores de cambio (mercancías), lo más importante para las organizaciones que integran el Movimiento es su autonomía alimentaria y la economía social y solidaria.
7. Los ejes estratégicos que impulsan las Escuelas Campesinas Agroecológicas son: a) La experimentación como vía para crear nuevos saberes, adaptar e innovar, b) Identidad campesina y diversidad cultural de los pueblos originarios, c) Formación de formadores: el papel de los/las promotores/as agroecológicos comunitarios, d) Las agri-culturas como formas de vida, e) Integración de saberes campesinos e indígenas en la agricultura familiar, f) Soberanía alimentaria, g) Educación popular con base en el diálogo intercultural de saberes.

Conclusiones

La Comunidad de Aprendizaje Agroecológica del Movimiento de Escuelas Campesinas, ha logrado consolidarse ya que favorece la inclusión social, la autonomía y el diálogo de saberes vivencial, de campesin@ a campesin@, intergeneracional, intercultural y con enfoque de género.

Dado que las familias campesinas y las organizaciones sociales comunitarias, son el centro de la estrategia de campesin@ a campesin@, en los últimos diez años se ha visibilizado más la participación de mujeres, juventudes e infancias.

Los Encuentros nacionales y regionales son una estrategia central para revalorar las agri-culturas campesinas, de base agroecológica y reconocer la necesidad de enriquecerlas con nuevas tecnologías para fomentar sistemas alimentarios saludables y el buen vivir.

Literatura citada

Fernández González, C., Navarro Garza, H., Núñez Espinoza, J. F., Escalona Aguilar, M. Á., Pérez Olvera, M. A., & Bellon, S. (2023). Typology and social network of grassroots initiatives that promote agroecology in Mexico. Agroecology and Sustainable Food Systems, 47(10), 1574–1606. https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2253760

Gliessman, S. R., Méndez, V. E., Izzo, V. M., & Engles, E. W. (2023). Agroecology: Leading the transformation to a just and sustainable food system. CRC Press.

González, S. M. V. y Fernández, G. C. (2025). Escuelas campesinas agroecológicas en México: se hace camino al andar. En Escuelas campesinas 25 años caminando por los senderos de las sabidurías comunitarias de México. Mata García (Coord.), CIISMER, UACh, pp. 137-154.

Rosset, P.; Val, V.; Barbosa, L. P.; McCune, N. (2019). Agroecology and La Via Campesina II. Peasant agroecology schools and the formation of a sociohistorical and political subject. Agroecology and Sustainable Food Systems, 43(7-8), 895-914.

Zuluaga, S. G. P., Catacora, V. G. y Siliprandi, E. (Coord.) (2018). Agroecología en femenino. Reflexiones a partir de nuestras experiencias. SOCLA. Editorial e Imagen Publicitaria.

ANÁLISIS DE COLABORACIONES HORIZONTALES HACIA PLANES DE ACCIÓN PARA TERRITORIALIZAR AGROECOLOGÍAS EN MÉXICO

Pio Giovanni Chavez-Segura

Doctorado en Ciencias en Educación Agrícola Superior, Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo. México.

pio.giovanni.chavez@gmail.com

Introducción

Se presentan aprendizajes y reflexiones participativas, desde experiencias y alcances del Programa Interinstitucional de Especialidad para las Soberanías Alimentarias y Gestión de Incidencia Local Estratégica (PIES AGILES), propuesta educativa encaminada a fortalecer iniciativas agroecológicas en México, con un modelo formativo innovador, de tipo virtual-vivencial, que se concreta en el impulso a Planes de Acción Territorial (PAT), dinamizador por estudiantes junto a las comunidades de aprendizaje con las que interactúan desde procesos de investigación acción participativa, en contextos diversos, donde construyen preguntas de investigación, abordajes a problemáticas concretas, diseños experimentales y alianzas transdisciplinarias que configuran posibilidades fortalecimiento iniciativas agroecológicas, que confluyen desde expresiones de reivindicación, persistencia, fortalecimiento, reconfiguración, transición, escalamiento y otras posibilidades, que inciden en la creación de nuevas redes colaborativas hacia transformaciones socio-agro-alimentarias y agroecológicas.

Materiales y métodos

Se sistematizaron los resultados de un taller participativo desarrollado entre el equipo impulsor del programa educativo PIES AGILES, docentes, coordinación académica y coordinaciones territoriales, en el que se implementó un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), orientado a la detección conjunta de indicadores y formulación de estrategias de mejora continua del diseño educativo, metodología con validez científica y social que aporta a la mejora continua de experiencias educativas como lo propone Cruz (2023). Este análisis se enfocó a la valoración de los procesos de concepción, diseño y acompañamiento de Planes de Acción Territorial (PAT) de propuestas agroecológicas, que constituye el trabajo final de este programa de especialización, el cual integra la sistematización de experiencias y aprendizajes colaborativos. Con lo cual se detectaron áreas de mejora en el diseño educativo y de acompañamiento; tomando en cuenta problemáticas de alta complejidad social y ecológica, análisis situacional orientado a fortalecer condiciones de praxis colaborativa encaminada a la incidencia local y estratégica, lo cual implica una adecuación epistemológica como lo plantean Oion y Aranguren (2021). Se procesó la información para dilucidar estrategias de atención que ya se han aplicado en la mejora del diseño educativo y gestión de acompañamiento agroecológico.

Resultados y discusión

Los PAT, emana de procesos de reflexión, sistematización e impulso a procesos de Investigación Acción Participativa que cada estudiante de esta especialidad acompaña junto a su comunidad de aprendizaje. Este análisis ha permitido identificar potencialidades para robustecer la incidencia territorial, ubicando limitaciones y desafíos en contextos de alta complejidad socioambiental. Este análisis se complementa con una revisión de los propósitos de aprendizaje transversal, desplegados en cada uno de los cursos o asignaturas, en sus unidades temáticas y actividades de aprendizaje reflejadas en el currículum de dicho programa. El impulso de estas iniciativas agroecológicas se orienta por una formación basada en proyectos, los objetivos de aprendizaje de cada curso configuran el proceso de construcción de conocimientos situados, significativos y

de enfoque socio constructivista. Se crearon representaciones gráficas a partir de la frecuencia de conceptos más relevantes, enfatizados en esta secuencia de aprendizaje planteado en el diseño curricular, diseño instruccional y el desarrollo del programa educativo. Esto permitió develar la congruencia, secuencia e integración entre los cursos, que van articulándose en esta propuesta y también detectar áreas de mejora continua.

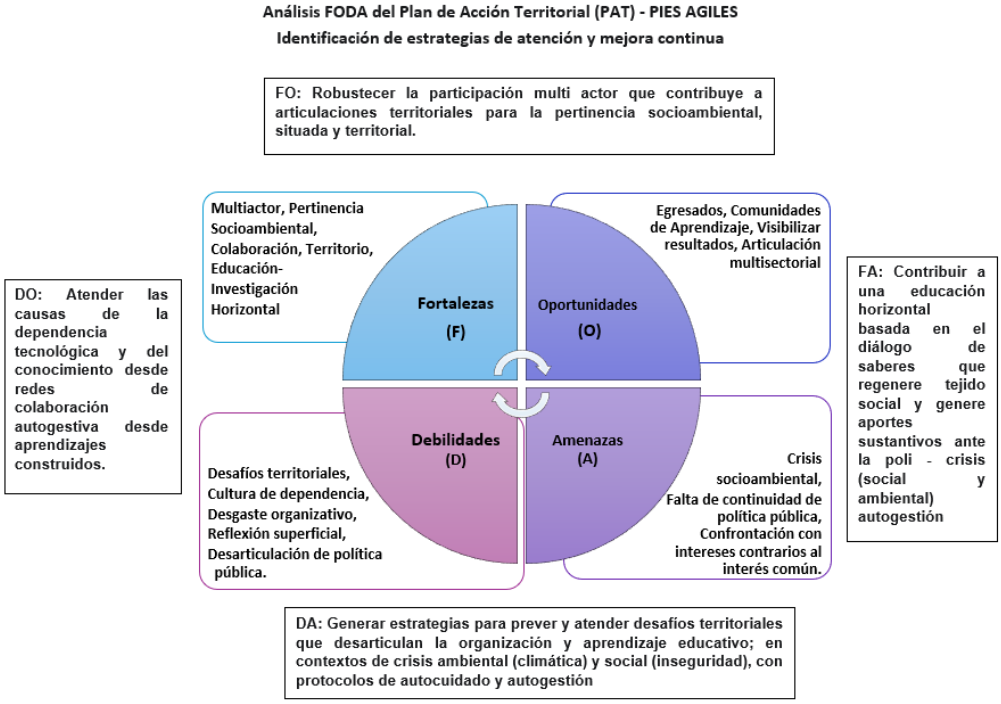


Figura 1. Síntesis del análisis FODA sobre el Plan de Acción Territorial y estrategias de atención posibles.

Conclusiones

Los hallazgos encontrados, muestran una coherencia transversal de los objetivos de aprendizaje, de cómo se articulan los propósitos que persigue cada uno de los cursos, configurando un abordaje de carácter transdisciplinario, articulando distintos campos disciplinarios y sectores; que se encamina a la resolución de problemáticas. Existe una progresividad del desarrollo curricular que parte de la legitimidad de las comunidades de aprendizaje, la realización de un primer ciclo de acción, aplicación de diagnóstico amplio, identificación de problemáticas prioritarias, potencialidades y definición de áreas de incidencia; el desarrollo de iniciativas agroecológicas desde diseños experimentales, su valoración y la sistematización colaborativa de la experiencia vivida. Se identificaron estrategias de atención para contribuir a la mejora continua de planes de territorialización de agroecológica en contextos de vulnerabilidad socioambiental, hallazgos que contribuyen a la innovación social de procesos de gestión de las agroecologías en México.

Literatura citada

Cruz, M. (2023). Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la etapa evaluativa del Proyecto Educativo Institucional. EduSol vol.23 no.83 Guantánamo abr.-jun. 2023 Epub 03-Mayo-2023.

Oion Encina, R.; Aranguren Vigo, E. (2021) Replanteamiento epistemológico del análisis situacional DAFO / FODA en Trabajo Social. *Cuadernos de Trabajo Social*, *34*(1), 115-125

LIMITANTES CRÍTICAS EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y AGROECOLÓGICA: ANALISIS MEDIANTE MINERIA DE DATOS EN PERUGIA, ITALIA

Andrea Berenice Jacobo-Hernández[1*]; José Cruz Jorge Cortés-Carreño[2]; Lucia Rocchi[3]; Arianna Tiralti[3]

[1]Programa de Posgrado en Sociología Rural. [2]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. [3] Departamento de Ciencias Agrícolas, Alimentarias y Ambientales. Universidad de Perugia. Italia.

*anb.jacobo@gmail.com

Introducción

La reconfiguración hacia sistemas agroalimentarios sostenibles se ha posicionado como uno de los ejes más importantes del Pacto Verde Europeo (Schebesta & Candel, 2020). Bajo este contexto, la transición hacia la agroecológica y la implementación de la producción orgánica no sólo representa una oportunidad para la mitigación del cambio climático, sino que forma parte de una base sólida para enfrentar los retos de un sistema que prioriza la productividad intensiva sobre la conservación de los ecosistemas y del tejido social.

En Italia, país donde la gastronomía constituye parte fundamental de la identidad cultural, los sistemas de producción alimentaria no sólo nutren al cuerpo, sino que forman el tejido social, mediante tradiciones culinarias, mercados locales y costumbres que refuerzan los lazos comunitarios (Echeverria, 2019). Sin embargo, a pesar de este gran peso cultural, los productores que han optado por seguir un modo de producción sustentable enfrentan limitantes críticas que comprometen la viabilidad de sus unidades de producción. Existe una brecha significante entre las agendas institucionales y la operatividad de los sistemas de producción alimentaria locales (Titonell et al., 2020).

La identificación de estas limitaciones requiere un enfoque metodológico que visualice las tensiones burocráticas, financieras y estructurales. En este sentido, la presente investigación emplea herramientas de minería de datos para identificar las narrativas de los productores en el municipio de Perugia. El objetivo es vislumbrar las preocupaciones del sector para aportar como evidencia científica un panorama claro sobre los desafíos que condicionan la permanencia y el éxito de los productores en el territorio.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la provincia de Perugia, Italia. El acercamiento inicial con los productores se dio a través del foro comunitario, *Resisterra*, lo que permitió el acceso a una muestra de 20 informantes clave. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a productores vinculados a prácticas agrícolas sustentables, integrando sistemas certificados orgánicos y no certificados. Esta fase se enriqueció con observación participante en los mercados alternativos locales y visitas directas a las unidades de producción.

La muestra presentó una composición demográfica diversa, con un rango de edad entre los 22 y 77 años (9 mujeres y 11 hombres). En cuanto al perfil productivo, destacaron el cultivo de las hortalizas, vegetales, frutales, miel, leguminosas; así como la elaboración de productos con valor agregado, tales como lácteos, mermeladas, pasta artesanal, aceite de olivo y derivados de la miel. Las entrevistas fueron audio-grabadas, y transcritas íntegramente para su procesamiento cualitativo. Se aplicó un análisis de frecuencia léxica y visualización de nube de palabras utilizando el software Orange Data Mining (Demsar et al., 2013). El procesamiento incluyó la depuración de stopwords y puntuación, utilizando cada palabra como unidad de análisis. Finalmente, los patrones recurrentes fueron interpretados desde una perspectiva sociológica.

Resultados y discusión

El análisis de frecuencia léxica hizo posible identificar los núcleos semánticos que configuran el discurso de los productores de Perugia (Van Dijk, 1985). Las unidades de análisis con mayor frecuencia fueron: orgánico, agricultura, medio ambiente, producto, universidad, precio, financiamiento y dificultad. Estos términos revelan una tensión constante entre la identidad productiva y las barreras estructurales a las que se enfrentan en su entorno los productores.

El análisis cualitativo profundo revela que existe una limitada comprensión formal de la agroecología como disciplina científica, a pesar de la aplicación de prácticas y valores similares. Se identificó que el apoyo mutuo entre productores y comunidades favorece la continuidad de este modelo. Respecto a la comercialización, predomina un modelo de cadenas cortas (90%), donde la proximidad geográfica y la confianza con los consumidores son ejes centrales para la viabilidad y continuidad del sistema. No obstante, se identifica como una limitación crítica la competencia asimétrica de precios frente a los sistemas convencionales; los cuales, bajo una lógica de gran distribución, externalizan los costos ambientales y sociales, permitiendo ofrecer precios aparentemente bajos. Por otro lado, existe una brecha significativa entre los productores y las instituciones académicas, ya que tan sólo el 25% de los participantes tiene algún tipo de acercamiento. El 60% de los participantes accedió a fondos de la Unión Europea y se reconocen impactos positivos tangibles cuando los recursos se alienan con las necesidades locales. Sin embargo, prevalece una percepción de inoperatividad debido a procesos burocráticos complejos e inadecuados para la agricultura a pequeña escala. Se identifica un sesgo hacia unidades certificadas como orgánicas y de mayor extensión, lo que perpetúa una brecha de inequidad

Conclusiones

Se concluye que la agroecología es vital para la región, configurándose como una forma de resistencia colectiva fortalecida por los lazos sociales. Hay preocupación por la salud ambiental y pública, así como los valores culturales; por lo que se requiere mayor atención en el diseño de políticas gubernamentales y en el fortalecimiento de los vínculos académicos. Se identifican como limitantes estructurales la burocracia en los marcos normativos, la desconexión con las instituciones de investigación de la región y la carencia de mecanismos de reconocimiento formal para la agricultura a pequeña escala.

Literatura citada

Demsar, J., Curk, T., Erjavec, A., Gorup, Č., Hočevar, T., Milutinović, M., Možina, M., Polajnar, M., Toplak, M., Starič, A., Štajdohar , M., Umek, L., Žagar, L., Žbontar , J., Žitnik, M., & Zupan, B. (2013). Orange: Data Mining Toolbox in Python. Journal of Machine Learning Research, 14 (35), 2349–2353.

Echeverría, B. (2019). *Definición de la cultura* (2ª ed.). Fondo de Cultura Económica. ISBN: 978-607-16-6368-9

Schebesta, H., & Candel, J. J. (2020). Game-changing potential of the EU's Farm to Fork Strategy. Nature Food, 1(10), 586-588. https://doi.org/10.1038/s43016-020-00166-9

Tittonell, P., Piñeiro, G., Garibaldi, L. A., Dogliotti, S., Olff, H., & Jobbagy, E. G. (2020). Agroecology in large scale farming—A research agenda. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4, 584605.

Van Dijk, T. A. (1985). Semantic discourse analysis. *Handbook of discourse analysis*, *2*(1), 103-136.

GESTIÓN OPERATIVA DEL PROGRAMA SELLO VERDE: ESTUDIO DE CASO

María Elizabeth Andrade[1*]; Ramón Valdivia-Alcalá[1]; Juan Hernández- Ortiz[2]; Horacio Eliseo Alvarado- Raya[2]

[1]Centro Académico y de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. [2]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México

*1210.elizabethandrade@gmail.com

Introducción

Las transiciones agroecológicas implican transformaciones productivas e institucionales cuya implementación depende tanto de prácticas técnicas como de marcos normativos que orienten su operación (Tittonell, 2019). En México, estos procesos han avanzado mediante instrumentos públicos que buscan institucionalizar la agroecología, aunque enfrentan retos en su funcionamiento operativo y evaluación (Astier et al., 2015).

En este contexto, el programa Sello Verde de la Ciudad de México constituye un instrumento de política ambiental orientado a reconocer prácticas agroecológicas en el Suelo de Conservación conforme a la Norma Ambiental NACDMX-002-RNAT-2019. Al tratarse de un esquema voluntario, su dinámica depende de procesos técnicos de evaluación y validación institucional.

El objetivo del presente trabajo es analizar el programa considerando su funcionamiento institucional, su alcance territorial y productivo, y las perspectivas técnicas asociadas a su implementación.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló como estudio de caso con enfoque mixto. Mediante el análisis del padrón de beneficiarios del programa Sello Verde para el periodo 2022–2024. Se analizaron las variables sistema productivo, alcaldía, estatus y permanencia con comparaciones interanuales.

Se hicieron mesas de trabajo con personal técnico y directivo responsable de la operación del programa. La información se examinó mediante análisis de contenido temático, identificando categorías relacionadas con procesos operativos, criterios de evaluación y desafíos institucionales.

Resultados y discusión

Durante el periodo 2022–2024 se observa una reducción del padrón de beneficiarios, acompañada por cambios en la composición interna de estatus (**Figura 3**). Se aprecia la aparición del estatus “baja” en 2024. La distribución territorial muestra concentración sostenida en Milpa Alta y Xochimilco, con una reconfiguración entre 2022 y 2023 en la alcaldía con mayor participación (**Figura 4**). En conjunto, el programa mantiene presencia en siete alcaldías del Suelo de Conservación.

Las mesas de trabajo permitieron contextualizar estos resultados. A nivel operativo se señalaron limitaciones de personal técnico, desfases en inspecciones y la trazabilidad como principal desafío administrativo. A nivel institucional se destacó la voluntariedad del esquema, el subsidio del costo de certificación y tensiones asociadas a la comercialización diferenciada. Asimismo, se identificó la necesidad de fortalecer indicadores técnicos de seguimiento.

En conjunto, los resultados evidencian una reconfiguración interna del padrón caracterizada por reducción, diversificación productiva y concentración relativa en productores certificados, en un

contexto de desafíos operativos e institucionales. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Lara (2018) respecto a la relevancia de la capacidad operativa en la continuidad de los programas públicos.

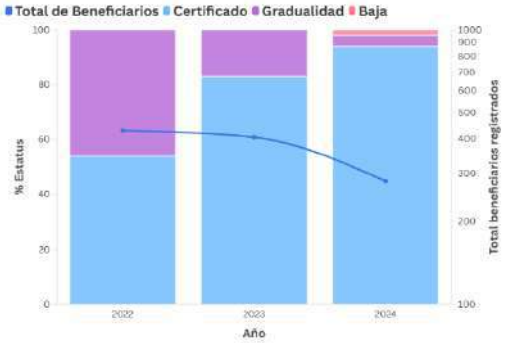


Figura 3 Proporción de estatus por año y total de participación de productores.

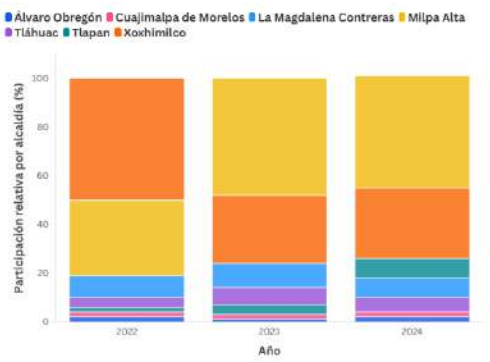


Figura 4 Distribución de productores por alcaldía, evolución anual.

Conclusiones

El análisis del programa Sello Verde durante 2022–2024 evidencia una reducción en el número total de beneficiarios, acompañada por un incremento relativo del estatus certificado y una mayor diversificación de sistemas productivos. Territorialmente, el programa mantiene presencia en siete alcaldías del suelo de conservación, con concentración en Milpa Alta y Xochimilco. La permanencia muestra predominio de participación anual. Las mesas de trabajo permitieron identificar elementos operativos, normativos y técnicos que estructuran su funcionamiento institucional y su implementación en campo.

Literatura citada

Astier, C., Argueta, Q., González, S., Morales, H., Gerritsen, P., Escalona, M., Martínez, T., Sánchez-Sánchez, C., Arzuffi, B., Castrejón, A., Morales, H., Soto, P., Ferguson, B., Rosset, P., Ramírez, T., Jarquin, G., Moya, G., González-Esquivel, M., & Ambrosio, C. (2015). Historia de la agroecología en México. *Agroecología*, *10*(2), 9–17.

Lara Álvarez Jorge. (2018, septiembre 13). *Evaluación de procesos en la gestión pública*. El economista. https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Evaluacion-de-procesos-en-la-gestion-publica-20180912-0171.html

Tittonell, P. (2019). Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUYO*, *51*(1), 231–246.

CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTORES EN MERCADOS ALTERNATIVOS EN LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO

Tomas Rivas-García[1]; Rita Schwentesius-Rindermann[2*]; Benjamín Hernández-Vázquez[1]; Luis Enrique Vázquez-Robles[1]

[1]SECIHTI-Universidad Autónoma Chapingo, [2]Universidad Autónoma Chapingo.

*schwentesiuss@chapingo.mx

Introducción

Las redes alimentarias alternativas, cuyo interés es crear espacios de confianza, sostenibles y de proximidad entre productores y consumidores de alimentos, son de gran interés académico y social. En México, la primera iniciativa de un mercado alternativo (también denominados orgánicos, o ecológicos) surgió en 1996. Actualmente, se estima que hay más de 100 tianguis y mercados enfocados en la comercialización directa de productos agroecológicos, artesanales y de consumo responsable. La Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos (REDAC) cuenta con al menos 21 tianguis en 15 estados. Bustamante-Lara et al. (2019) y Diaz-Rivas et al. (2023) han identificado el escenario en que los productores se desenvuelven en mercados alternativos de Chapingo, Metepec, Xalapa y Puebla. Dicha información permite calificar, categorizar y distinguir a estos mercados para futuras evaluaciones, tomar decisiones en el ámbito académico, social, gubernamental, así como elaborar políticas públicas y fomentar apoyos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar a los productores de mercados alternativos de la región centro de México por medio de un cuestionario estructurado para documentar aspectos económicos, productivos, de certificación, así como los beneficios de formar parte de este tipo de mercados.

Materiales y métodos

La investigación fue descriptiva, e interpretativa de corte transversal. Para la obtención de la información de fuentes directas se llevó a cabo el método inductivo a través del diseño de un cuestionario estructurado, aplicado a los productores de Mercado Macuilli en SLP, Tianguis Agroecológico en SECIHTI, Mercado Alternativo en Tlaxcala, Tianguis Alternativo en Puebla, Tianguis Orgánico en San Miguel de Allende, y Mercado Bioregional en Veracruz, todos ellos ubicados en la región centro de México. Se calculo la representatividad de la muestra al 95% de confianza. El cuestionario incluyó 111 preguntas (abiertas, cerradas y de intervalos) divididas en tres secciones a) Identificación del productor, b) Producción, y c) Certificación, y d) Mercado y Comercialización, elaborado con base cuestionarios de trabajos Bustamante-Lara et al. (2019) y Diaz-Rivas et al. (2023). La información se obtuvo por medio de la técnica de encuesta, personal, individual y en una sola sesión, dirigida a los productores dispuestos a colaborar. Los datos fueron recolectados entre agosto y noviembre del año 2024. La información se sistematizó en bases de datos en Excel de Microsoft, y fue analizada con estadística descriptiva.

Resultados y discusión

De las 23 encuestas aplicadas, la mayoría corresponden a producción familiar (78%), seguido por agrupaciones o Asociaciones Civiles (A.C.) (13%) y proyectos privados (9%). La edad mínima de los encuestados fue de 25 años, mientras que la máxima de 69 años. El 46.2% corresponde a mujeres y el 53.8% a hombres. Además, solo un 7.7% de los productores se identifican con algún grupo étnico indígena. En cuanto al nivel educativo, 46.2% de los productores ha alcanzado educación universitaria, mientras que el 30.8% ha cursado estudios de posgrado. Estos resultados y su heterogeneidad coinciden con lo reportado para productores que han participado en otros mercados alternativos del país (Bustamante-Lara et al., 2019; Dias-Rivas et al., 2023). Esta distribución en el rango de edad contrasta con lo reportado en la Encuesta Nacional

Agropecuaria (ENA) donde sobresalen los adultos mayores. Sin embargo, en sistemas de producción agroecológicos los productores son más jóvenes (Bustamante-Lara et al., 2019).

Para la producción, el 76.9% utiliza su propio vehículo para trasladarse; con un tiempo de menos de 30 minutos principalmente. Esto se destaca, debido a que iniciativas como *slow food* proponen consumir productos procedentes de un radio menor a 100 km de distancia para reducir el impacto ambiental del transporte. Además, los productores obtienen la mayor parte de su materia prima de la localidad o de su propio sistema de producción, y en menor medida compran insumos a proveedores externos. En cuanto a las enmiendas utilizadas, predominan los bioinsumos, como humus de lombriz, composta, materia orgánica y estiércol, con una menor frecuencia de uso de agroquímicos. El 46.2% de los productores gasta alrededor de 200 pesos anuales en control de plagas, mientras que el 30.8% gasta más de 1,000 pesos al mes. Los altos porcentajes de aplicación de prácticas agroecológicas y técnicas de conservación reflejan esfuerzo de búsqueda de información, innovación y conocimiento de las actividades que conllevan a una agricultura más sostenible (Ramzan et al., 2026). Conscientes de la falta de certificación, 60% de los productores consideran que sus productos son agroecológicos, 35% orgánicos y 5% ecológicos. Se observó que es necesario hacer mayor énfasis en procesos de certificación que avalen y legalicen las actividades de estos productores. Respecto a las capacitaciones, el 80% de los productores menciona que han recibido cursos-talleres sobre producción agroecológica que han sido ofertados principalmente por instituciones educativas y/o de investigación; por ello es fundamental seguir fomentando vínculos entre la academia y los agricultores.

Conclusiones

Los productores que participan en los mercados alternativos de la región centro de México son un grupo heterogéneo en edades con estudios académicos y plena experiencia en la producción agroecológica. Sin embargo, es necesario fomentar el proceso de Certificación Orgánica Participativa, y seguir promoviendo este tipo de espacios que permitan fortalecer y potencializar las capacidades individuales de sus miembros.

Literatura citada

Ramzan, I., Mir, Y. H., Aziz, M. A., Gani, G., Nargis, S., Abrar, B., ... & Sadiq, S. (2026). Natural and Organic Farming: Sustainable Approaches Toward Environmental Sustainability. In Climate-Resilient Agriculture for Sustainable Crop Production (pp. 31-62). Apple Academic Press.

Díaz-Rivas, M. A., Sánchez-Morales, P., Aragón-García, A., Huerta-de la Peña, A., & López-Olguín, J. F. (2023). Caracterización de productores de hortalizas que participan en tianguis agroecológicos en las ciudades de San Andrés Cholula y Puebla, México. Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional, 33(61).

Bustamante-Lara, T. I., Rindermann, R. S., & Chávez, B. C. (2019). Situación económica y productiva de pequeños productores de los tianguis orgánicos de Chapingo, Metepec y Xalapa. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 16(3), 293-309.

PROPUESTA DE NORMATIVIDAD PARA APOYAR LA CERTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN MÉXICO

Manuel Ángel Gómez-Cruz[1*]; Laura Gómez-Tovar[2]; Rosa Gloria García-Bautista[3]

[1, 3]Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI), [2]Departamento de Agroecología-CIIDRI, Universidad Autónoma Chapingo.

*magomezcruz@live.com

Introducción

En el contexto de la búsqueda de la valoración de los productos agroecológicos frente a la producción convencional de alimentos contaminados y buscando la mejora de la salud del consumidor y del ambiente, el presente trabajo analiza los aspectos normativos claves para fortalecer su acreditación como producción agroecológica, proponiendo lineamientos orientados a garantizar alimentos libres de agrotóxicos. A partir del 2018, las políticas públicas agropecuarias incorporaron a la agroecología como un enfoque estratégico para la producción de alimentos, la conservación ambiental y el fortalecimiento de los pequeños productores; se presenta un cuestionamiento al modelo de agricultura con enfoque industrial. Entre las acciones más relevantes destacan el decreto presidencial en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado (Diario Oficial de la Federación, 2020 modificado en 2023); así como programas federales como Sembrando Vida, la Estrategia de Acompañamiento Técnico de la SADER y el CONAHCyT con 6 líneas estratégicas de investigación, todas vinculadas a la eliminación del glifosato y al manejo agroecológico de arvenses. Por lo anterior, se planteó la necesidad de proponer un reglamento o lineamientos que integren orientaciones técnicas, sociales, ambientales y éticas para la producción agroecológica, permitiendo además que los consumidores identifiquen y apoyen estos productos (FAO, 2019). En México no existe aún una normatividad específica en la materia, salvo el caso del Sello Verde en la CDMX (Gaceta Oficial CDMX, 2019). En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue elaborar una propuesta de lineamientos que impulsen la transición agroecológica en México y valoricen el trabajo de los productores en favor de la salud humana y ambiental, mediante un reconocimiento validado por una instancia imparcial acreditada.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en once municipios: nueve del norte de Veracruz y dos del noreste de Puebla, seleccionados por el trabajo que se ha venido desarrollando y se cuenta con experiencias agroecológicas y procesos de transición que nos permite analizar los avances, limitaciones y oportunidades (CONAHCYT, 2024).

Se empleó la metodología cualitativa con enfoque de investigación-acción participativa (Méndez et al., 2018), complementada por procesos de sistematización (Jara, 2017; Chávez-Tafur, 2006; Cálvelo Ríos, 1998) y herramientas etnográficas (Malinowski, 1967), con el propósito de entender la complejidad territorial, valorar los saberes campesinos y generar propuestas replicables.

Además, se utilizaron diferentes técnicas e instrumentos para la recolección de información, como revisión bibliográfica y jurídica del marco legal vigente relacionado con la producción orgánica, la certificación en sus dos modalidades y la producción agroecológica, entrevistas semiestructuradas a actores claves, encuestas a productores, grupos focales, visitas de campo a unidades de producción avanzadas (“faros agroecológicos”) y conversatorios. Con los resultados obtenidos se plantea una propuesta de lineamientos que integra criterios técnicos, sociales, ambientales y organizativos, que coadyuven a fortalecer la producción y la obtención de un distintivo para su comercialización.

Resultados y discusión

Se evidencia la ausencia de mecanismos normativos que reconozcan y diferencien la producción agroecológica en los mercados y las dificultades que presentan los productores en los procesos de comercialización, en la obtención de la certificación orgánica, debido a la complejidad burocrática y los costos que implica.

A partir del análisis participativo entre productores, técnicos e investigadores, se validaron criterios técnicos, sociales, ambientales y organizativos que permitieron estructurar una propuesta de lineamiento para la obtención de un Sello agroecológico, donde se toman criterios de validación y verificación para garantizar que los productos acreditados que estén libres de agrotóxicos. La propuesta incluye los siguientes aspectos principales: principios de la agroecológica, conceptos generales para la certificación agroecológica, tipos de certificaciones, diferencias con otras certificaciones, participación de productores y comunidades, requisitos técnicos y productivos, comercialización y consumo responsable y revisión y actualización, etc.

Es un documento donde se establecen los lineamientos y normas que especifican las características técnicas, económicas y sociales que regulan la forma en que deben producirse, procesarse y comercializarse los productos agroecológicos.

Conclusiones

La propuesta presentada sienta las bases para apoyar el proceso jurídico que de sustento legal a la producción agroecológica y fortalece el promisorio escalamiento de la transición en la agricultura en el país, iniciado en forma importante por la cuarta T en el 2018.

Literatura citada

Cálvelo-Ríos, M. (1998). Pedagogía masiva multimedial. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos.

Chávez-Tafur, J. (2006). Aprender de la experiencia: Una metodología para la sistematización. Asociación ETC, Fundación ILEIA.

CONAHCYT-CIIDRI. (2024). Manejo agroecológico para la sustitución de glifosato y otros agrotóxicos en naranja valencia, cítricos y sus cultivos asociados en el norte del estado de Veracruz y noreste de Puebla. Informe técnico 2023-2024, proyecto 322600. CIIDRI-UACh.

Diario Oficial de la Federación. (2020, 31 de diciembre). Decreto por el que se establecen acciones para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación del glifosato y del maíz genéticamente modificado. México.

Diario Oficial de la Federación. (2023, 13 de febrero). Decreto por el que se establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado. México.

FAO. (2019). Los 10 elementos de la agroecología: Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. https://www.fao.org/3/ca5602es/ca5602es.pdf.

Gaceta Oficial de la Ciudad de México. (2021, 13 de enero). Proyecto de norma ambiental PROY-NACDMX-002-RNAT-2019. http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sitios/conadf/documentos/proyectos-normas/PROY-NACDMX-002-RNAT-2019_Aviso.pdf

Jara, O. (2017). La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para mundos posibles (1ª ed.). Centro de Educación y Desarrollo Humano.

Malinowski, B. (1967). A scientific theory of culture. University of North Carolina Press.

Méndez, V. E., Caswell, M., Gliessman, S. R., Cohen, R., & Putnam, H. (2018). Agroecología e investigación-acción participativa (IAP): Principios y lecciones de Centroamérica. Agroecología, 13(1), 81–98.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE CULTIVOS EN EL VIGÉSIMO QUINTO AÑO CON SISTEMAS DE LABRANZA. 2024

Joel Pérez-Nieto*; Francisco González-Breijo y Olimpya T. Aguirre-Salado.
Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo
*jperezn14@hotmail.com

Introducción

El objetivo de este trabajo fue monitorear durante el vigésimo quinto año de tratamiento las características físicas y químicas de dos suelos bajo el cultivo de avena y maíz con diferentes sistemas de labranza para explicar su comportamiento en el largo plazo.

Materiales y métodos

Los datos fueron tomados en dos suelos del Campo Experimental de la UACh. Un MOLLISOL plano y profundo de textura fina con riego, cultivado continuamente con la rotación maíz-trigo/avena–frijol. Un INCEPTISOL somero con 4% de pendiente original, de textura franca en condiciones de temporal, que se ha seguido la rotación maíz-frijol, solamente. Durante el ciclo primavera–verano 2024, se cultivó maíz en ambos suelos, mientras que en otoño-invierno 2023-2024 se cultivó avena en el MOLLISOL. Se reportan la Humedad gravimétrica (HG), Densidad aparente (Dap), pH, Conductividad eléctrica (CE), Carbón orgánico (CO), Materia orgánica (MO), Nitrógeno total (Nt), P extractable (P), K intercambiable (K) y Capacidad de intercambio catiónico (CIC) evaluadas a 0-5, 15-20 y 30-35 cm de profundidad del suelo; así como, la densidad de población (DP), rendimiento biológico (RB) y de grano (RG) de los cultivos. Se evaluaron: labranza cero de conservación (LCC), labranza mínima de conservación (LMC) y labranza convencional (LCV) distribuidos en un Diseño Experimental Cuadro Latino con tres columnas y tres hileras equivalentes a los tres tratamientos con tres repeticiones.

Resultados y discusión

El Cuadro 1 presenta los resultados. A los veinticinco años de tratamiento, destacan diferencias significativas ($P<0.5$) encontradas en CO, MO Nt, P extractable y K intercambiable a la profundidad 0-5 cm en el MOLLISOL; mientras que en el INCEPTISOL solo hubo diferencias significativas en CE y P extractable a la profundidad 0-5cm; destacando en todas las características los sistemas de labranza de conservación. Para el resto de las características del suelo determinadas a las tres profundidades, las diferencias no fueron significativas ($P<0.5$) en ningún suelo. En ambos suelos, se presenta una estratificación no significativa de los nutrimentos en el perfil, congruente con lo reportado en años anteriores (Pérez Nieto y González Breijo, 2023). Esta situación, es parecida a lo ocurrido en suelos de otros países como Nigeria, que llevaron a Lal (1997) a evaluar el impacto de una gran variedad de métodos de labranza y cultivo continuo sobre los efectos degradantes de las propiedades del suelo y rendimientos de grano y rastrojo de maíz. Tanto el RB como RG de maíz fueron significativamente diferentes en ambos suelos, destacando LCC en el MOLLISOL y LCV en el INCEPTISOL. El RB de avena fue significativamente igual ($P<0.5$) en el MOLLISOL.

Conclusiones

A los 25 años de monitoreo, predominan las diferencias no significativas ($P<0.5$) sobre las características físicas y químicas del MOLLISOL e INCEPTISOL estudiados. Mientras que, el rendimiento de grano de maíz y de avena resultaron significativamente mayores en labranza convencional que en labranza de conservación, en ambos suelos.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo, y rendimiento de cultivos de avena y maíz en el vigésimo quinto año de tratamiento con diferentes sistemas de labranza (2024).

Características	MOLLISOL			INCEPTISOL		
	LCC	LMC	LCV	LCC	LMC	LCV
Humedad gravimétrica 0-5 cm (%)	19 a	27 a	37 a	21 a	20 a	20 a
Densidad aparente 0-5 cm (g cm^{-3})	1.2 a	1.1 a	1.0 a	1.4 a	1.7 a	1.8 a
pH profundidad 0-5 cm	6.5 a	6.5 a	6.5 a	6.7 a	6.6 a	7.3 a
CE profundidad 0-5 cm (dSm^{-1})	0.22 a	0.21 a	0.16 a	0.16 a	0.13 b	0.15 ab
C orgánico profundidad 0-5 cm (%)	3.2 a	2.4 b	1.2 c	1.8 a	1.3 a	0.8 a
MO profundidad 0-5 cm (%)	5.5 a	4.1 b	2.1 c	3.2 a	2.3 a	1.4 a
N total profundidad 0-5 cm (%)	0.20 a	0.16 a	0.09 b	0.11 a	0.10 a	0.06 a
P ext. profundidad 0-5 cm (mg/kg)	62.6 a	57.7 a	27.2 b	43.1 a	37.9 a	10.4 b
K int. profundidad 0-5 cm (mg/kg)	826 a	797 a	434 b	286 a	318 a	187 a
CIC profundidad 0-5 cm (Cmol(+)/kg)	29.0 a	29.2 a	28.3 a	18.9 a	16.9 a	19.4 a
Humedad gravimétrica 15-20 cm (%)	16 a	23 a	40 a	21 a	20 a	22 a
Densidad aparente 15-20 cm (g cm^{-3})	1.1 a	1.1 a	1.1 a	1.4 a	1.7 a	1.8 a
pH profundidad 15-20 cm	6.7 a	6.8 a	6.6 a	7.2 a	7.0 a	7.4 a
CE profundidad 15-20 cm (dSm^{-1})	0.20 a	0.16 a	0.20 a	0.11 a	0.15 a	0.13 a
C orgánico profundidad 15-20 cm (%)	1.5 a	1.3 a	1.2 a	1.1 a	0.9 a	0.8 a
MO profundidad 15-20 cm (%)	2.6 a	2.2 a	2.0 a	1.8 a	1.5 a	1.3 a
N total profundidad 15-20 cm (%)	0.10 a	0.10 a	0.08 a	0.05 a	0.05 a	0.06 a
P ext. profundidad 15-20 cm (mg/kg)	42.1 a	31.4 a	28.7 a	9.7 a	13.1 a	8.1 a
K int. profundidad 15-20 cm (mg/kg)	485 a	434 a	305 a	131 a	113 a	138 a
CIC profundidad 15-20 cm (Cmol(+)/kg)	29.0 a	27.9 a	29.1 a	18.3 a	17.5 a	19.0 a
Humedad gravimétrica 30-35 cm (%)	17 a	24 a	39 a	25 a	21 a	20 a
Densidad aparente 30-35 cm (g cm^{-3})	1.1 a	1.1 a	1.1 a	1.4 a	1.4 a	1.8 a
pH profundidad 30-35 cm	6.7 a	7.0 a	6.8 a	7.5 a	7.4 a	7.4 a
CE profundidad 30-35 cm (dSm^{-1})	0.25 a	0.19 a	0.24 a	0.16 a	0.16 a	0.17 a
C orgánico profundidad 30-35 cm (%)	1.8 a	0.9 a	1.1 a	1.0 a	0.7 a	0.8 a
MO profundidad 30-35 cm (%)	3.2 a	1.6 a	1.9 a	1.8 a	1.2 a	1.4 a
N total profundidad 30-35 cm (%)	0.13 a	0.07 a	0.07 a	0.06 a	0.05 a	0.05 a
P ext. profundidad 30-35 cm (mg/kg)	39.5 a	334.9 a	20.6 a	7.3 a	6.4 a	10.5 a
K int. profundidad 30-35 cm (mg/kg)	635 a	396 a	402 a	124 a	136 a	274 a
CIC profundidad 30-35 cm (Cmol(+)/kg)	29.8 a	29.2 a	29.3 a	19.0 a	16.1 a	18.9 a
Rendimiento biológico de avena (t/ha)	5.4 a	5.0 a	4.8 a			
Densidad de población de maíz (mil plantas/ha)	85 a	87 a	67 b	85 a	81 a	80 a
Rendimiento biológico de maíz (t/ha)	20.3 a	18.6 a	15.1 b	9.7 b	13.4 a	15.2 a
Rendimiento de grano de maíz (t/ha)	10.7 a	11.0 a	8.2 b	4.3 ab	3.4 b	4.6 a

Literatura citada

Lal. R. (1997). Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in western Nigeria. I. Crop yield and soil physical properties. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198797000068 Consultado el 22/03/2016.

Pérez Nieto J., González Breijo F. (2023). Características del suelo y rendimiento de maíz bajo diferentes sistemas de labranza: 23 años después. En Reyes-Canchola, R.; Martínez-Solís, J.; Magaña-Lira, N. 2023. Memoria del XI Congreso Internacional y XXV Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Chapingo, Estado de México. MÉXICO. Pp. 494-495.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE CULTIVOS EN EL VIGÉSIMO SEXTO AÑO CON SISTEMAS DE LABRANZA. 2025

Joel Pérez-Nieto y Olimpya Talya Aguirre Salado

Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo

jperezn@chapingo.mx

Introducción

El objetivo fue monitorear durante el vigésimo sexto año de tratamiento las características físicas y químicas de dos suelos, así como el rendimiento de los cultivos de avena y frijol con diferentes sistemas de labranza para explicar su comportamiento en el largo plazo.

Materiales y métodos

Los datos fueron tomados en dos suelos del Campo Experimental de la UACh. Un MOLLISOL plano y profundo de textura fina con riego, cultivado continuamente con la rotación maíz-trigo/avena –frijol. Un INCEPTISOL somero con 4% de pendiente original de textura franca en condiciones de temporal, que se ha seguido la rotación maíz-frijol, solamente. Durante el ciclo primavera–verano 2025, se cultivó frijol en ambos suelos, mientras que en otoño-invierno 2024-2025 se cultivó avena en el MOLLISOL. Se reportan la Humedad gravimétrica (HG), Densidad aparente (Dap), pH, Conductividad eléctrica (CE), Carbón orgánico (C), Materia orgánica (MO), Nitrógeno total (N), P extractable (P), K intercambiable (K) y Capacidad de intercambio catiónico (CIC) evaluadas a 0-5, 15-20 y 30-35 cm de profundidad del suelo; así como, la densidad de población (DP), rendimiento biológico (RB) y de grano (RG) de los cultivos. Se evaluaron: labranza cero de conservación (LCC), labranza mínima de conservación (LMC) y labranza convencional (LCV) distribuidos en un Diseño Experimental Cuadro Latino con tres columnas y tres hileras equivalentes a los tres tratamientos con tres repeticiones.

Resultados y discusión

El Cuadro 1 presenta los resultados. A los veintiséis años de tratamiento, destacan diferencias significativas ($P<0.5$) encontradas en N total, P extractable y K intercambiable a la profundidad 0-5 cm en el MOLLISOL, así como pH y P extractable en el INCEPTISOL. Para el resto de características del suelo, determinadas a las tres profundidades, las diferencias no fueron significativas ($P<0.5$) en ningún suelo. En ambos suelos, se presenta una estratificación no significativa de los nutrimentos en el perfil del suelo, congruente con lo reportado en años anteriores (Pérez Nieto *et al.*, 2015). Esta situación, es parecida a lo ocurrido en suelos de otros países como Nigeria, que llevaron a Lal (1997) a evaluar el impacto de una gran variedad de métodos de labranza y cultivo continuo sobre los efectos degradantes de las propiedades del suelo y rendimientos de grano y rastrojo de maíz. El RB de avena fue significativamente mayor ($P<0.5$) en LMC y LCV que en LCC en MOLLISOL. La DP, RB y RG de frijol fueron significativamente ($P<0.5$) mayores bajo LCC que bajo LMC y LCV en ambos suelos. No hubo rendimiento de frijol en el MOLLISOL debido a los excesos de lluvia durante el ciclo agrícola.

Conclusiones

A los 26 años de monitoreo, predominan las diferencias no significativas ($P<0.5$) sobre las características físicas y químicas del MOLLISOL e INCEPTISOL estudiados, excepto para N, P y K a 0-5 cm de profundidad en ambos suelos. Mientras que, el rendimiento biológico y de grano de frijol resultaron significativamente mayores ($P<0.5$) en labranza cero de conservación que en labranza de convencional, en ambos suelos, debido a excesos de lluvia. El rendimiento de avena fue significativamente mayor ($P<0.5$) en LMC y LCV que en LCC en MOLLISOL.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo, y rendimiento de cultivos avena y frijol en el vigésimo cuarto año de tratamiento con diferentes sistemas de labranza (2023)

Características	MOLLISOL			INCEPTISOL		
	LCC	LMC	LCV	LCC	LMC	LCV
Humedad gravimétrica 0-5 cm (%)	35 a	29 a	34 a	19 a	25 a	16 a
Densidad aparente 0-5 cm (g cm^{-3})	1.3 a	1.4 a	1.4 a	1.5 a	1.7 a	1.1 a
pH profundidad 0-5 cm	7.3 a	7.6 a	7.6 a	7.2 a	7.4 a	7.9 a
CE profundidad 0-5 cm (dSm^{-1})	0.13 a	0.13 a	0.12 a	0.08 a	0.08 a	0.08 a
C orgánico profundidad 0-5 cm (%)	2.5 a	1.9 a	0.9 a	1.7 a	1.3 a	0.7 a
MO profundidad 0-5 cm (%)	4.3 a	3.2 a	1.6 a	3.0 a	2.3 a	1.3 a
N total profundidad 0-5 cm (%)	0.25 a	0.10 b	0.11 c	0.15 a	0.12 a	0.06 b
P ext. profundidad 0-5 cm (mg/kg)	60.3 a	45.5 b	21.8 c	34.3 a	23.3 b	9.7 c
K int. profundidad 0-5 cm (mg/kg)	894 a	813 a	546 b	465 a	445 a	346 a
CIC profundidad 0-5 cm (Cmol(+)/kg)	26.0 a	25.6 a	25.6 a	19.4 a	17.6 a	18.7 a
Humedad gravimétrica 15-20 cm (%)	28 a	23 a	33 a	18 a	22 a	16 a
Densidad aparente 15-20 cm (g cm^{-3})	1.3 a	1.4 a	1.5 a	1.4 a	1.7 a	1.3 a
pH profundidad 15-20 cm	7.6 a	7.6 a	7.7 a	7.8 a	7.6 a	8.0 a
CE profundidad 15-20 cm (dSm^{-1})	0.12 a	0.11 a	0.13 a	0.08 a	0.07 a	0.08 a
C orgánico profundidad 15-20 cm (%)	1.3 a	1.1 a	1.0 a	0.7 a	1.0 a	0.8 a
MO profundidad 15-20 cm (%)	2.2 a	1.9 a	1.7 a	1.2 a	1.7 a	1.4 a
N total profundidad 15-20 cm (%)	0.13 a	0.12 a	0.11 a	0.07 a	0.07 a	0.06 a
P ext. profundidad 15-20 cm (mg/kg)	30.0 a	27.5 a	23.1 a	8.2 a	15.3 a	9.5 a
K int. profundidad 15-20 cm (mg/kg)	613 a	585 a	514 a	200 a	233 a	259 a
CIC profundidad 15-20 cm (Cmol(+)/kg)	25.7 a	26.0 a	25.6 a	18.1 a	17.6 a	18.8 a
Humedad gravimétrica 30-35 cm (%)	29 a	22 a	32 a	15 a	22 a	15 a
Densidad aparente 30-35 cm (g cm^{-3})	1.3 a	1.3 a	1.4 a	1.3 a	1.7 a	1.2 a
pH profundidad 30-35 cm	7.8 a	7.9 a	7.8 a	8.2 a	8.0 a	8.2 a
CE profundidad 30-35 cm (dSm^{-1})	0.10 a	0.09 a	0.12 a	0.11 a	0.09 a	0.09 a
C orgánico profundidad 30-35 cm (%)	1.0 a	0.7 a	0.9 a	0.6 a	0.6 a	0.6 a
MO profundidad 30-35 cm (%)	1.7 a	1.2 a	1.5 a	1.1 a	1.1 a	1.1 a
N total profundidad 30-35 cm (%)	0.08 a	0.09 a	0.08 a	0.05 a	0.05 a	0.06 a
P ext. profundidad 30-35 cm (mg/kg)	14.1 a	16.4 a	13.0 a	3.6 a	9.5 a	5.9 a
K int. profundidad 30-35 cm (mg/kg)	413 a	4115 a	379 a	168 a	176 a	193 a
CIC profundidad 30-35 cm (Cmol(+)/kg)	26.0 a	26.1 a	25.9 a	18.1 a	17.4 a	18.6 a
Rendimiento biológico de avena (t/ha)	1.9 b	2.9 a	3.0 a			
Densidad de población de frijol (mil plantas/ha)	140 a	110 b	0.0 c	129 a	83 b	83 b
Rendimiento biológico de frijol (t/ha)	1.8 a	1.8 a	0.0 b	1.2 a	0.6 c	0.9 b
Rendimiento de grano de frijol (t/ha)	0.6 a	0.6 a	0.0 b	0.4 a	0.1 c	0.3 b

Literatura citada

Lal. R. 1997. Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in western Nigeria. I. Crop yield and soil physical properties. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198797000068 Consultado el 22/03/2016.

Pérez Nieto J.; E. Valdés Velarde y C. Ayala Sánchez. 2015. Características del suelo y rendimiento de frijol bajo diferentes sistemas de labranza en el décimo sexto año de tratamiento. En Memorias del III Congreso Internacional y XVII Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Celebrado del 22 al 24 de abril del 2015. Chapingo, México. [CD-ROM; p. 207-208].

INTERACCIÓN ENTRE SISTEMAS DE MANEJO, PROPIEDADES FÍSICAS EDÁFICAS Y RENDIMIENTO DE MAÍZ EN SUELOS FRANCO-ARENOSOS

Alejandra Sahagún García[1]*; Luis Antonio Hernández Pedraza[2]; Roberta García Jimenez[1]; Martha Cristina Ruiz Hernández[1]

[1]Centro de Investigación Desarrollo e Investigación en Agricultura Multifuncional, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología

*asahagung@chapingo.mx

Introducción

Las propiedades físicas del suelo regulan la multifuncionalidad de los agroecosistemas, determinando el crecimiento radicular, la aireación y la disponibilidad de agua y nutrientes (Sainju et al., 2022). En suelos franco-arenosos bajo clima templado, la labranza convencional provoca degradación estructural, reduciendo significativamente el rendimiento de maíz (Salem et al., 2015). El biocarbón surge como una estrategia agroecológica clave al mejorar la porosidad, la retención de agua y la estabilidad de agregados, favoreciendo sistemas más resilientes y sostenibles (Lehmann & Joseph, 2015). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto combinado de sistemas de labranza y dosis de biocarbón (0, 2.5, 5 y 10 t ha^{-1}) sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento de maíz forrajero, como base para el manejo de agroecosistemas multifuncionales.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en el lote B3 del Campo Experimental de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, en suelos franco-arenosos bajo clima templado. Se utilizó un diseño factorial completamente al azar con tres sistemas de labranza de largo plazo (labranza mínima de conservación -LMC-, labranza en camas permanentes de conservación -LCPC- y labranza convencional -LCV-) y cuatro dosis de biocarbón (0, 2.5, 5 y 10 t ha^{-1}), con cuatro repeticiones. Las propiedades físicas del suelo se evaluaron en tres etapas (pre-siembra, durante y post-cosecha): densidad aparente por método del cilindro (Blake & Hartge, 1986), resistencia a la penetración con penetrómetro digital SC-900 (Spectrum Technologies, Inc., 2018), estabilidad de agregados mediante aplicación SLAKES (Flynn et al., 2020) y porosidad calculada a partir de densidad aparente y real. En la planta se midieron germinación por metro lineal, NDVI con sensor GreenSeeker, contenido de clorofila con medidor Atleaf, altura de planta, diámetro de tallo y biomasa fresca y seca. Los datos se analizaron mediante ANOVA factorial y correlaciones de Pearson ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Los sistemas de labranza de conservación (LMC y LCPC) presentaron menor densidad aparente (1.10–1.25 g cm^{-3}) y resistencia a la penetración (<400 kPa) en comparación con LCV, especialmente en etapas post-cosecha. La aplicación de biocarbón a 5 y 10 t ha^{-1} redujo significativamente la densidad aparente (hasta 0.15–0.20 g cm^{-3} menos) e incrementó la estabilidad de agregados (hasta +0.15 puntos), con efectos más notorios en LCV, coincidiendo con reportes que indican reducciones de 3–31 % y aumentos en estabilidad de agregados de 3–226 % por biocarbón (Blanco-Canqui, 2017). Se observaron correlaciones negativas fuertes entre densidad aparente (r = –0.68) y resistencia a la penetración (r = –0.61) con la biomasa seca, NDVI y clorofila Atleaf, y positivas con estabilidad de agregados (r=0.63) y porosidad (r=0.58) lo que confirma que la compactación limita el crecimiento radical y la productividad del maíz (Sainju et al., 2022). La mayor biomasa seca se obtuvo en LCV + 2.5–10 t ha^{-1} (+35–37 % vs. testigo) y LMC + 5 t ha^{-1}, reflejando un efecto sinérgico en suelos más degradados, similar a incrementos

en rendimiento de maíz por biocarbón en suelos arenosos o bajo labranza convencional (Salem et al., 2015).

Conclusiones

Las propiedades físicas del suelo, particularmente la densidad aparente y la resistencia a la penetración, resultaron determinantes en el rendimiento de maíz forrajero en suelos franco-arenosos. La integración de labranza de conservación con la aplicación de biocarbón (5-10 t ha^{-1}) mejoró significativamente la estructura edáfica, reduciendo la compactación y aumentando la estabilidad de agregados, lo que se tradujo en mayor vigor vegetal y mayor producción de biomasa. Estos resultados demuestran que la combinación de ambas prácticas constituye una estrategia efectiva para el diseño y manejo de agroecosistemas multifuncionales más resilientes, al restaurar servicios ecosistémicos clave como la infiltración, la aireación y el soporte al crecimiento radicular. En suelos degradados por labranza convencional, el biocarbón potenció el efecto, ofreciendo una alternativa viable para incrementar la productividad y la sostenibilidad.

Literatura citada

Blake, G. R., & Hartge, K. H. (1986). Bulk density. In A. Klute (Ed.), *Methods of soil analysis: {Part} 1. {Physical} and mineralogical methods* (2nd ed., Vol. 9, pp. 363–375). American Society of Agronomy.

Blanco-Canqui, H. (2017). Biochar and Soil Physical Properties. *Soil Science Society of America Journal*, *81*(4), 687–711. https://doi.org/10.2136/sssaj2017.01.0017

Flynn, K. D., Bagnall, D. K., & Morgan, C. L. S. (2020). Evaluation of SLAKES, a smartphone application for quantifying aggregate stability, in high-clay soils. *Soil Science Society of America Journal*, *84*(2), 345–353. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/saj2.20012

Lehmann, J., & Joseph, S. (Eds.). (2015). *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation* (2nd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203762264

Sainju, U. M., Liptzin, D., & Jabro, J. D. (2022). Relating soil physical properties to other soil properties and crop yields. *Scientific Reports*, *12*(1), 22025. https://doi.org/10.1038/s41598-022-26619-8

Salem, H., Valero, C., Muñoz, M., Rodríguez, M. G., & Silva, L. L. (2015). Short-term effects of four tillage practices on soil physical properties, soil water potential, and maize yield. *Geoderma*, *237*, 60–70. https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2014.08.014

Spectrum Technologies, Inc. (2018). *Field Scout TDR 150 Soil Moisture Meter Product Manual* (Revision 0). www.specmeters.com

PRÁCTICAS REGENERATIVAS EN SUELO PHAEOZEM Y CULTIVO DE *Zea mays* EN PRIMER AÑO DE IMPLEMENTACION

Luis Antonio Hernández-Pedraza*[1]; Alejandra Sahagun-García[2]; María Alejandra Barron-Reséndiz[3]; Lizbeth García-Jiménez[3]

[1]Investigador adscrito al Consejo Mexiquense de ciencia y tecnología (COMECYT). Correo:

[2]Profesora-investigadora de la academia de Ecología. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

[3]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo

*tonin2050@gmail.com

Introducción

La agricultura convencional (AC), basada en labranza intensiva y fertilización sintética, ha contribuido a la degradación de suelos en regiones templadas como los Valles Altos de México. En contraste, la agricultura regenerativa (AR) busca restaurar la salud edáfica mediante cero labranza, cobertura vegetal y la aplicación de bioinsumos, promoviendo el secuestro de carbono y la resiliencia del agroecosistema (Patil *et al*., 2025). En suelos Phaeozem franco arenosos, el maíz (*Zea mays*) es vulnerable a la erosión y baja materia orgánica. Este estudio evalúa el efecto de ambos sistemas de manejo sobre propiedades edáficas y el desempeño fisiológico del cultivo, con el objetivo de determinar si las prácticas regenerativas mejoran indicadores de salud del suelo sin comprometer el rendimiento del maíz en el corto plazo.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en Lote B1 del campo agrícola experimental de la Universidad Autonoma Chapingo (UACh, 2270 msnm; clima templado subhúmedo) en un Phaeozem franco arcillo arenoso (pH 6.69, MO 2.73%). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 2 bloques y 8 tratamientos: 4 convencionales (labranza, remoción de rastrojo) y 4 regenerativos (cero labranza, rastrojo superficial y cultivos de cobertura invernal). Se empleó maíz var. Ocelote en ciclo de producción Primavera - Verano 2025. Se realizaron dos muestreos temporales: M1 en la etapa fenológica inicio de penacho (BBCH 51) y M2, grano lechoso (BBCH 73). Variables medidas: humedad del suelo (HS), biomasa microbiana (BM, µg/g), C de Biomasa microbiana (C_{Bio}, kg/ha), respiración del suelo (CO_2, ppm), NO_3^-, pH, clorofila (unidades Atleaf) y e índice de verdor Normalizado (NDVI). Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples con el método de Tukey. Cuando no se cumplieron los supuestos estadísticos paramétricos, se procedió a usar pruebas no paramétricas.

Resultados y discusión

El sistema AR mantuvo significativamente mayor humedad del suelo en M2 (21.9% vs. 18.5% ACl; $p<0.001$), lo que representa una ventaja de 3.4 puntos porcentuales en la fase crítica de llenado de grano. Esta mayor retención hídrica se atribuye a la cobertura de rastrojo y cero labranza, coincidiendo con meta-análisis que reportan incrementos del 25% en capacidad de retención de agua con cultivos de cobertura (Basche & DeLonge, 2019; Herrera-Sánchez & Gavilánez-Buñay, 2023).

La biomasa microbiana (BM) y el carbono biológico (C_{BIO}) aumentaron en ambos sistemas hacia M2, pero con valores superiores en regenerativo (BM: 997.6 vs. 849.6 µg/g; C_{BIO}: 1232 vs. 1049 kg/ha). Este patrón refleja una mayor actividad biológica y potencial de secuestro de carbono bajo manejo AR, consistente con lo reportado por Lori et al. (2017), quienes encontraron incrementos del 32-84% en biomasa microbiana en sistemas orgánicos respecto a AC. La respiración del suelo

(CO_2) mostró mayor estabilidad en regenerativo, indicando menor estrés metabólico microbiano (Dhakal et al., 2022).

El contenido de NO_3^- fue más alto en AC en M2 (1996 vs. 1806 ppm), sugiriendo mayor riesgo de lixiviación. El índice de clorofila (Atleaf) y NDVI no mostraron diferencias estadísticas significativas entre sistemas (α=0.05), aunque el AR presentó una tendencia ligeramente superior en el segundo muestreo. Esta respuesta gradual es esperable en transiciones de corto plazo, ya que mejoras en nutrición y vigor foliar suelen manifestarse después de 2-3 años de manejo AR continuo (Serrano-Grijalva et al., 2024).

Conclusiones

Las prácticas regenerativas mejoran significativamente la conservación de humedad edáfica en etapas críticas del cultivo y promueven un mayor incremento de biomasa microbiana y carbono biológico en el primer año de transición; además de no afectar negativamente el desempeño fisiológico del maíz (lecturas de Atleaf y NDVI). El manejo AC presenta mayor pérdida de humedad y acumulación de nitratos, indicando menor eficiencia en el uso de recursos y mayor vulnerabilidad al estrés hídrico. Estos resultados confirman que la adopción de cero labranza y retención de rastrojo genera beneficios medibles en la salud del suelo Phaeozem franco arenoso bajo clima templado desde el corto plazo.

Literatura citada

Basche, A., & DeLonge, M. (2019). Comparing infiltration rates in soils managed with conventional and alternative farming methods: A meta-analysis. PLoS ONE, *14*(9), e0215702. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215702

Dhakal, K., Parajuli, M., Jian, S., Li, J., & Nandwani, D. (2022). Responses of soil heterotrophic respiration and microbial biomass to organic and conventional production systems. Frontiers in Soil Science, *2*, 999139. https://doi.org/10.3389/fsoil.2022.999139

Herrera-Sánchez, D. J., & Gavilánez-Buñay, T. (2023). Estrategias de agricultura regenerativa para mejorar la salud del suelo. Revista Científica Ciencia y Método, *1*(2), 45-58. https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v1/n2/12

Lori, M., Symnaczik, S., Mäder, P., De Deyn, G., & Gattinger, A. (2017). Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—A meta-analysis and meta-regression. PLoS ONE, *12*(7), e0180442. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180442

Patil, M., Perumal, C., Choudhari, P., Pasumarthi, R., Sawargaonkar, G., & Singh, R. (2025). Differential impacts of regenerative agriculture practices on soil organic carbon: a meta-analysis of studies from India. Scientific Reports, *15*(1), 33470. https://doi.org/10.1038/s41598-025-12149-6

Serrano-Grijalva, L., Ochoa-Hueso, R., Veen, G., Repeto-Deudero, I., Van Rijssel, S., Koorneef, G., C Van Der Putten, W. (2024). Normalized difference vegetation index analysis reveals increase of biomass production and stability during the conversion from conventional to organic farming. Global Change Biology, 30. https://doi.org/10.1111/gcb.17461

IMPACTO DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN LAS CONDICIONES DEL SUELO EN ESPAÑITA, TLAXCALA

Atenógenes Leobardo Licona-Vargas[1]; Itzel Ángeles Hernández-González[1]; Claudia Fernández-González[2]; María Virginia González-Santiago[1]

[1]Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Investigadora independiente

aliconav@chapingo.mx

Introducción

El manejo de agroecosistemas con tecnología tradicional y con manejo agroecológico promovidas por el Centro de Economía Social Julián Garcés (CES) incluyen siembra de árboles y arbustos en los bordos de las obras de conservación y linderos (sistemas agroforestales); asociación y rotación de cultivos; producción y aplicación de bioinsumos para la fertilización, el control de plagas y enfermedades de los cultivos; mantenimiento de obras de conservación existentes; ecotecnologías para la captación y tratamiento de aguas residuales; entre otras (CES, 2019). Tales formas de aprovechamiento y manejo de los recursos naturales para la agricultura, en cierta medida, han contribuido a la conservación del suelo y el agua, en la captura de carbono y otros servicios ecosistémicos. La comunidad Académica (personal académico y estudiantes) del Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo ha acompañado el proceso de transición agroecológica promovido por el CES, así como la observación del impacto de esas tecnologías en las condiciones del suelo, por lo que en este documento se describen características físicas y químicas de agroecosistemas agroecológicos en comparación con los de carácter convencional. El objetivo es detectar y difundir las contribuciones de ecotecnologías en el mejoramiento del suelo.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en parcelas de maíz ubicadas en cuatro comunidades del municipio de Españita, Tlaxcala: San Francisco Mitepec, La Magdalena Cuextotitla, La Reforma y La Constancia. Se seleccionaron 20 parcelas de maíz de temporal y se clasificaron en dos grupos: a) 14 agroecosistemas convencionales en los que se cultiva maíz híbrido en monocultivo y se utilizan agroquímicos y b) 6 agroecosistemas que llevan dos y ocho años en transición agroecológica en los que se cultiva maíz criollo asociado con árboles, arbustos y suculentas en diferentes tecnologías agroforestales, se recicla parte de los residuos de cosecha, se aplica estiércol y se utilizan insumos orgánicos. En cada parcela se tomó una muestra compuesta de suelo a una profundidad de 0 a 20 cm al final del ciclo de cultivo de maíz. Las 20 muestras se enviaron a un laboratorio privado en donde se realizaron las determinaciones de las características físicas y químicas del suelo (Hernández et al., 2025). En el presente escrito se reportan sólo los promedios por tipo de agroecosistema.

Resultados y discusión

Según los datos del Cuadro 1, 10 de las 14 características del suelo se consideran mejores como resultado de las prácticas agroecológicas desarrolladas en agroecosistemas bajo procesos de transición agroecológica. En los agroecosistemas en transición se presentan valores de materia orgánica y pH más altos que en los convencionales. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) en la capa arable de ambos tipos de agroecosistemas es baja, en concordancia con la textura franca reportada por el laboratorio. Tal y como ocurre con la MO y el pH, la CIC es más alta en agroecosistemas en transición. En contraste, en los valores de CC y PMP no hay cambios.

En el caso del contenido de macronutrientes, a excepción del nitrógeno, el resto registran un contenido mayor en los agroecosistemas agroecológicos en comparación con los

convencionales. Por su parte, los micronutrientes registran un comportamiento desigual, pues en tanto que el Cu, Bo y Zn registran mayor presencia en los agroecosistemas en transición agroecológica, el Fe y Mn son más escasos en comparación con los agroecosistemas convencionales.

Cuadro 1. Características (promedio) del suelo por tipo de agroecosistema

Agroecosistema	**MO (%)**	**CIC (%)**	**Ph**	**CC (%)**	**PMP (%)**
Convencional	1.25	6.14	6.01	21.00	12.49
Agroecológico	1.73	7.47	6.61	21.27	12.67
	N-NO3 (ppm)	**P-Bray (ppm)**	**K (ppm)**	**Ca (ppm)**	**Mg (ppm)**
Convencional	25.68	25.71	149.95	754.69	219.77
Agroecológico	16.95	31.83	329.84	875.71	265.29
	Cu (ppm)	**Bo (ppm)**	**Fe (ppm)**	**Mn (ppm)**	**Zn (ppm)**
Convencional	0.81	0.09	35.44	6.20	0.35
Agroecológico	0.88	0.19	25.41	4.84	0.49

Tales condiciones son resultado del reciclaje de residuos reintegrados de manera directa después de la cosecha y durante la renovación de biomasa de árboles y arbustos caducifolios; la aplicación de estiércol de la ganadería familiar que consumen residuos de cosecha directamente en las parcelas o por corte y acarreo; y el uso de abonos orgánicos que son producto de la descomposición controlada de residuos, estiércol y otros insumos elaborados en las biofábricas. Estas prácticas de manejo de agroecosistemas y en específico orientadas al suelo, coinciden con las recomendaciones por Sarandón y Flores (2014) y FAO (2017) así como en las mejoras en la calidad del suelo también reportadas por estos autores.

Conclusiones

Las prácticas agroecológicas para el manejo de agroecosistemas de maíz promovidas por procesos de transición agroecológica, mejoran las condiciones del suelo en favor del funcionamiento de los agroecosistemas.

Literatura citada

Centro Fray Julián Garcés (2019). *Propuesta comunitaria para el saneamiento integral de la Cuenca Atoyac-Zahuapan y la reparación del daño a las comunidades*. https://www.centrofrayjuliangarces.org.mx/wp-content/uploads/2019/11/Propuesta-comunitaria-27-10-17.pdf.

Hernández G., I.A., A.L. Licona V., C. Fernández G y M.V. González S. (2025). Elementos potencialmente tóxicos en agroecosistemas de maíz de Españita, Tlaxcala. Revista de Geografía Agrícola num. 74/2**.** https://doi.org/10.5154/r.rga.2024.74.16.

FAO (2017). Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.

Sarandón S.J. y C.C. Flores. Editores. (2014) Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.

EFECTO DE LOS HONGOS MICORRÍCICOS ARBUSCULARES NATIVOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE MAÍZ

Esmeralda Miranda-Sandoval[1]; Langen Corlay-Chee[2], Alejandro Hernández-Tapia[1]; Dante López-Carmona[1]*

[1]Departamento de Agroecología y [2] Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo

* dlopezc@chapingo.mx

Introducción

El suelo es un ecosistema de gran actividad fisicoquímica y biológica compuesto por minerales, materia orgánica (viva o muerta), agua y aire. El suelo tiene múltiples funciones ambientales como el reciclaje de nutrientes y la capacidad para proveer alimentos y materias primas. Dentro de los microorganismos del suelo los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) forman simbiosis con el 80% de las plantas terrestres, aunque aún se desconoce en gran medida los efectos de dicho grupo biológico a nivel de comunidad.

Por su importancia económica, alimenticia y cultural, el maíz es la especie cultivada con mayor distribución en México, además ha sido catalogada como una planta micotrófica facultativa que responde a la presencia de HMA y otros microrganismos como estrategia para completar su desarrollo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto en el crecimiento de plantas de maíz promovido por tres comunidades nativas de microrganismos de suelos diferentes con la finalidad de identificar si el manejo tiene un efecto sobre la función microbiana.

Materiales y métodos

Ubicación de la zona de estudio. El experimento se llevó a cabo en el invernadero del Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas “El Jurásico” del Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo.

Diseño experimental. El diseño fue en bloques al azar con dos factores: el factor fue el manejo del suelo con tres niveles (conservación, agroecológico y convencional). El segundo factor fue la comunidad de HMA nativos de cada suelo más un control. Cada tratamiento tuvo 5 réplicas y en total 60 unidades experimentales (3x4x5= 60).

Materiales biológicos. Se utilizó como inóculo de los tratamientos con manejo agroecológico y convencional suelo rizosférico de plantas de maíz; por su parte, el inóculo del sitio de conservación se colectó suelo rizosférico de la zona debajo de la copa de árboles de encino. El maíz fue híbrido de ciclo intermedio (170 A 180 para la cosecha). El genotipo está adaptado tanto para cultivo de temporal como de riego. Los tratamientos control fueron sólo suelo estéril.

Condiciones experimentales. El suelo fue esterilizado en autoclave durante 1 hora a 15 psi. Las plantas crecieron en macetas de dos litros colocadas en invernadero por un periodo de 10 semanas. El riego fue diario y no se aplicó ningún manejo de plagas ni de la nutrición.

Variables de respuesta y análisis estadísticos. Se evaluó la altura y diámetro de tallo, así como pesos frescos y secos de las raíces de el follaje de la planta. Se estimó el porcentaje de colonización micorrícica (McGonigle et al., 1990). Se realizó un ANOVA de dos vías y un test de Tukey ($p<0.05$) en Statgraphics Centurion.

Resultados y discusión

Además, para las variables de respuesta de altura peso fresco del follaje, peso seco del follaje y la longitud de raíz se observó una interacción de los factores suelo y comunidad. Por el contrario, el diámetro de tallo y, el peso fresco y seco de raíces los efectos dependieron solo de los factores de manera independiente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados del ANOVA (p≤0.05) de dos vías (suelo x comunidad) para las variables de respuesta evaluadas en plantas de maíz. Se muestra con * los valores significativos

Efectos principales	Altura	Tallo	Peso fresco follaje	Peso fresco raíces	Peso seco follaje	Peso seco raíces
A: suelo	0	*	0	*	0	*
B: comunidad	0	*	0	*	0	*
Interacciones						
A x B	*	0.059	*	0.0761	*	0.2677

Los suelos con manejo agroecológico y de bosque fueron los que presentaron los mayores pesos frescos y secos del follaje mientras que en el convencional se observaron los menores. Por su parte, las plantas inoculadas con HMA del suelo con manejo agroecológico y el del bosque fueron similares pero mayores que el efecto de los HMA del suelo convencional y las plantas control. Al respecto, se ha señalado que el manejo convencional frecuentemente provoca un deterioro físico, químico y biológico de los suelos (Lynch et al., 2022; Shiva, 2016). De esta manera, un resultado esperado es que tanto el suelo, como los HMA del suelo con manejo convencional presentaran los menores resultados en términos de la promoción del crecimiento del maíz. En general, la colonización micorrícica fue similar entre los diferentes tipos de suelo e inóculo.m Al respecto, hasta la fecha no existe un consenso en el que científicamente se demuestre el efecto de los inoculantes comerciales sobre la microfauna nativa y su adaptación (Basiru & Hijri, 2022).

Conclusiones

Las comunidades nativas de los suelos con manejo agroecológico y de conservación mantienen la función de estimulación del crecimiento de las plantas de maíz. La función en la promoción del crecimiento del maíz entre estas dos comunidades microbianas es muy similar, lo cual sugiere que ambos suelos cuentan con una adecuada salud edáfica, lo que confirma la hipótesis planteada. Por el contrario, el uso de insumos agrícolas en el suelo con manejo convencional mermó la promoción del crecimiento, e incluso, en algunas variables evaluadas por debajo del tratamiento control, lo que sugiere un efecto parasítico o mínimamente de competencia por recursos

Literatura citada

Basiru, S., & Hijri, M. (2022). The potential applications of commercial arbuscular mycorrhizal fungal inoculants and their ecological consequences. *Microorganisms*, *10*(10), Article 10. https://doi.org/10.3390/microorganisms10101897

Koch, A., Mcbratney, A., Adams, M., Field, D., Hill, R., Crawford, J., Minasny, B., Lal, R., Abbott, L., O'Donnell, A., Angers, D., Baldock, J., Barbier, E., Binkley, D., Parton, W., Wall, D. H., Bird, M., Bouma, J., Chenu, C., … Zimmermann, M. (2013). Soil security: Solving the global soil crisis. *Global Policy*, *4*(4), 434–441. https://doi.org/10.1111/1758-5899.12096

Lynch, J. P., Mooney, S. J., Strock, C. F., & Schneider, H. M. (2022). Future roots for future soils. *Plant, Cell & Environment*, *45*(3), 620–636. https://doi.org/10.1111/pce.14213

McGonigle, T. P., Miller, M. H., Evans, D. G., Fairchild, G. L., & Swan, J. A. (1990). A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *The New Phytologist*, *115*(3), 495–501. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00476.x

Shiva, V. (2016). *The violence of the green revolution: Third world agriculture, ecology and politics*. University Press of Kentucky.

EFECTO DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE AIA EN EL DESARROLLO *IN VITRO* DE *Lens culinaris* Medik

Lucía Quiahuitl González-López*; Langen Corlay-Chee
Universidad Autónoma Chapingo. México
*quiahuitlg@gmail.com

Introducción

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGRP por sus siglas en inglés) han emergido en los años recientes como un componente clave en la transición hacia la agricultura regenerativa, siendo su principal función la producción de fitohormonas, como son las auxinas, giberelinas y citoquininas. La auxina natural más abundante es el ácido indol-3-acético (AIA), la cual interviene directamente en la división celular, la elongación y la diferenciación de los tejidos vegetales (Vega-Celedón *et al*., 2016). El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de la inoculación de semillas con poblaciones de bacterias productoras de AIA en el desarrollo in vitro de la lenteja (*Lens culinaris)*.

Materiales y métodos

Se emplearon cepas de bacterias aisladas de suelo de Tepalcingo, Morelos y seleccionadas por su capacidad de producir AIA. Se colocó una semilla de *L. culinaris*, previamente desinfectada con hipoclorito de sodio al 20%, en tubos de ensayo con medio Murashige-Skoog (MS) esterilizado. Cada tubo se inoculó con 4.7 millones de bacterias de los cinco aislamientos con mayor capacidad productora de AIA y como testigo absoluto se agregó 0.1 ml de solución salina isotónica. Se empleó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones. Las cantidades estimadas de AIA a producir por las bacterias fueron de 8.54 µg en T1, 12.8 µg en T2, 0.273 µg en T3, 0.131 µg en T4 y 0.169 µg en T5.

Los tubos se incubaron bajo luz natural y suplementaria (LED blanca, 100 W), con fotoperiodo de 16 horas luz. A los 60 días, el número, longitud y volumen radical, así como el área foliar, se midieron con un escáner EPSON STD4800 de alta resolución con el programa WinRhizo y WinFolia. Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) en el software R (v. 4.3.1), además, se comprobó heterocedasticidad y normalidad de datos con las pruebas de Levene y Shapiro-Wilk.

Resultados y discusión

Las plántulas inoculadas con las cepas T1 y T5 (Figura 1, d) mostraron mayor área foliar ($\alpha \leq 0.05$). La ausencia de efecto en las raíces puede explicarse porque las semillas de lenteja liberan fitohormonas de manera natural, pudiendo propiciar procesos de inactivación y degradación de las auxinas bacterianas (Alcántara *et al.*, 2021). Gonzalez-Arteaga *et al* (2023) reportaron efecto similar en área foliar, aplicaron 6 µg de AIA y obtuvieron diferencias significativas en la longitud y número de hojas por brote de *Fragaria ananassa* Duch.

A pesar de la cepa T2, considerada como la mayor productora de AIA, no se apreció efecto alguno debido que un exceso de auxinas provoca anomalías fisiológicas, como la formación de callos en lugar de raíces (Casanova-Sáez *et al.*, 2021). En 2025, Canchignia-Martínez *et al.* reportó que la síntesis bacteriana de AIA difiere entre especies bacterianas y está asociada a la tasa de crecimiento y disponibilidad de sustrato, por lo que la cantidad estimada de AIA pudo no haberse producido.

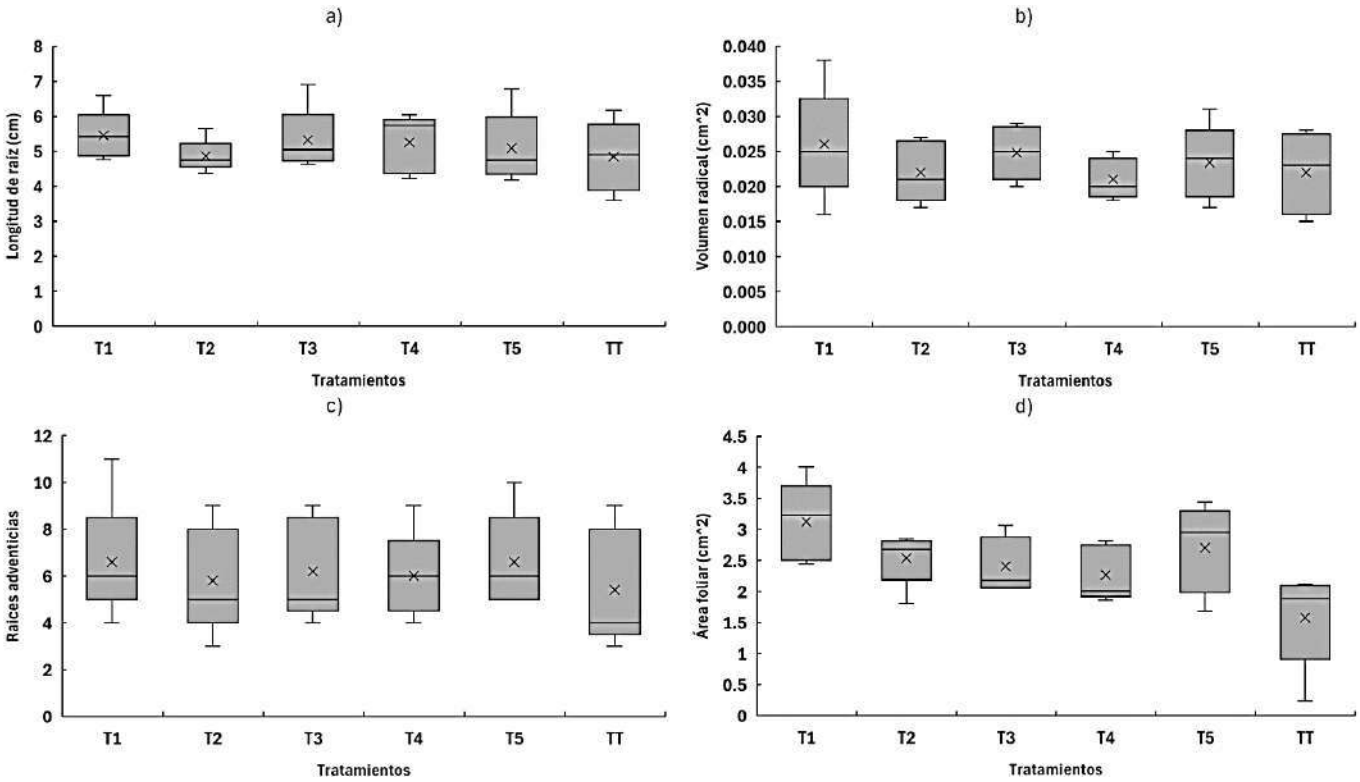


Figura 1. Efecto promedio de bacterias productoras de AIA en el desarrollo de *Lens culinaris*. a) Longitud de raíz, b) Volumen radical, c) Número de raíces adventicias, d) Área foliar (α ≤ 0.05).

Conclusiones

En este experimento el ácido 3-indol-acético tiene un efecto en la parte aérea de las plántulas de *Lens culinaris*, sin observarse efecto significativo en el sistema radical.

Literatura citada

Alcántara C., J. S., Acero G., J. & Sánchez M., R. (2021) Metabolitos con potencial fitohormonal en el cultivo de especies vegetales: aplicaciones en biotecnología. *Environment & Tecnology*, 2(1): 18-47. https://doi.org/10.56205/ret.2-1.2

Canchignia-Martínez, H. F., Macías-Holguin, C. J., Tapia-Quintana, D. N., Manzo-Campos, T., Saltos-Avilés, J. & Vera-Benites, L. F. (2025) Bacterias productoras de Ácido Indol-3-acético y solubilizadoras de fósforo y potasio como promotoras de crecimiento de *Oryza sativa* L. *Terra Latinoamericana*, 43, e1969. https://doi.org/10.28940/terra.v43i.1969

Casanova-Sáez, R., Mateo-Bonmatí, E. & Ljung, K. (2021) Auxin metabolism in plants. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 13(3), a039867. https://doi.org/10.1101/cshperspect

Gonzalez-Arteaga, J. J., Rodríguez-Layza, J., Romero-Rivas, L. C., Párraga-Quintanilla, A. & Olivera-Soto, J. A. (2023). El rol del AIA y BAP en la regeneración y formación de brotes in vitro de tres variedades de fresa (*Fragaria* x *ananassa* Duch.). *Agroindustrial Science*, 13(2): 93-102. https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.02.05

Vega-Celedón, P., Canchignia M., H., González, M., & Seeger, M. (2016) Biosíntesis de ácido indol-3-acético y promoción del crecimiento de plantas por bacterias. *Cultivos tropicales*. 37, pp. 33-39. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.5158.3609

AGUA DE VIDRIO: INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA UTILIZADA POR MILES DE CITRICULTORES EN VERACRUZ Y PUEBLA

Laura Gómez-Tovar[1*]; Manuel Ángel Gómez-Cruz[2]; Rosa Gloria García-Bautista[2]

[1]Departamento de Agroecología-CIIDRI, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral, Universidad Autónoma Chapingo. México

*gomezlaura@yahoo.com

Introducción

Entre 2019 y 2022, el CIIDRI de la Universidad autónoma Chapingo condujo cuatro experimentos para corroborar la utilidad del agua de vidrio en la zona Norte de Veracruz. De 2022 a 2024, ésta y otras innovaciones agroecológicas se difundieron en dicha región y noreste de Puebla a 3,562 citricultores en el marco del proyecto CONAHCYT 322600, 52% productores indígenas y 23% mujeres. Lo anterior como una estrategia sistemática de Investigación Acción Participativa, así como de difusión apoyada por el gobierno federal, en concordancia con los decretos presidenciales (2020 y 2023) orientados a la sustitución del glifosato, con 38 técnicos/as quienes acompañaron a los productores/as en procesos de capacitación y transición agroecológica.

El agua de vidrio, bioinsumo agroecológico elaborado con 100 l de agua, 4 kg de ceniza y 1 kg de cal, aplicada al 1.25%, fue sugerido por Sebastiao Pinheiro de Brasil, en un inicio para reducir la caída de fruto prematura de naranja (promedio de 20-23% de la producción). Las evaluaciones realizadas compararon el agua de vidrio con microorganismos eficientes (ME), mezcla sulfocálcica, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* con y sin micorrizas (*Glomus sp*), magro, agrohomeopatía, silicio (Si), y los productos comerciales Optifer, Optifer Amino, Virablock, etc. En 2019, el agua de vidrio redujo la caída de fruta en 27.96%, superada solo por ME -34.46%- (Gómez-Cruz et al., 2020). Para 2020, los mejores resultados incluyeron agua de vidrio con micorriza, Optifer Amino, y ME con micorriza; la menor caída de naranja se registró con agua de vidrio (4.9%) y ME (5.8%) (Gómez-Cruz et al., 2022). En 2021, destacó la agrohomeopatía para reducir amarillamiento y el agua de vidrio con aplicaciones cada 8 días; esta última disminuyó ramas amarillas (90%), ramas secas (98%) y caída de fruto (78%) (Gómez-Cruz. et al., 2022). En 2022, este bioinsumo al 1.25%, solo o combinado con Si comercial, redujo significativamente ramas secas y otros síntomas de amarillamiento; aunque la combinación con Si incrementó el costo por hectárea, el análisis estadístico confirmó su viabilidad técnica y económica como alternativa agroecológica (Gómez-Cruz et al., 2023). El objetivo de la investigación fue describir las bondades del bioinsumo agua de vidrio en la producción de naranja, para entender el proceso de aceptación por miles de productores en el norte de Veracruz y noreste de Puebla.

Materiales y métodos

La investigación de desarrolló en municipios de Veracruz y Puebla: Álamo, Papantla, Tihuatlán, Castillo de Teayo, Chicontepec, Ixhuatlán de Madero, Espinal, Tecolutla, Cazones, Francisco Z. Mena y Pantepec. Se utilizó la metodología de sistematización de Jara (2017). Se realizaron encuestas semiestructuradas a 3,562 productores/as, con una superficie promedio de 3.2 ha, con 38 técnicas/os agroecológicos en Investigación Acción Participativa con los citricultores, que, a su vez, se cotejaron en las huertas de febrero a octubre, 2024. Se realizaron grupos focales con los citricultores en 341 comunidades. Los datos obtenidos fueron sistematizados y analizados en tablas dinámicas, cuadros y minutas para determinar la aceptación del agua de vidrio.

Resultados y discusión

El agua de vidrio es la práctica agroecológica de mayor adopción en el manejo integral de naranja valencia y cultivos asociados en el norte de Veracruz y noreste de Puebla. De 3,562 productores registrados, 94% indicaron que la utilizan para el manejo de plagas, enfermedades y fortalecimiento del árbol. Entre 2022-2024, este bioinsumo agroecológico fue promovido junto con microorganismos de montaña, magro, supermagro, caldo ceniza y mezcla sulfocálcica en naranja valencia y cultivos asociados en 2,791 pláticas y talleres. El agua de vidrio se destaca debido a su alta cantidad de silicio, eficacia, bajo costo y carácter ambientalmente amigable (CONAHCYT-CIIDRI, 2024). Su adopción en comunidades indígenas, con participación relevante de mujeres, refuerza su dimensión socio-técnica dentro de la transición agroecológica. Estudios previos en Papantla, Veracruz, confirman lo anterior, pues reportaron reducción significativa de ramas amarillas, ramas secas, y caída de frutos (Gómez-Cruz, et. al., 2023), evidenciando un proceso acelerado de difusión atribuible a la validación en campo, bajos costos y amplia capacitación.

El Si refuerza paredes celulares, fortalece raíces y activa el sistema de defensa, incrementando la tolerancia a estrés biótico y abiótico (inductor de resistencia). Empero, Restrepo (2025) indica que el Si no controla totalmente el HLB, por lo que el agua de vidrio debe integrarse en un manejo agroecológico que incluya nutrición adecuada foliar y al suelo (dado que las raíces del árbol se disminuyen con la enfermedad) podas sanitarias, plantas certificadas, etc.

Conclusiones

El agua de vidrio es un bioinsumo que se elabora con materiales locales, de muy bajo costo, y sumamente accesibles en el norte de Veracruz y noreste de Puebla. El 94% de los productores reporta utilizar el agua de vidrio en el manejo de sus huertas. Los hallazgos de los productores coinciden con lo que se encuentra en la investigación formal. El agua de vidrio contribuye a reducir la dependencia de agroquímicos; lo que permite un alta escalabilidad y adopción en la citricultura agroecológica del norte de Veracruz y noreste de Puebla.

Literatura citada

CONAHCYT-CIIDRI. (2024). Manejo agroecológico para la sustitución de glifosato y otros agrotóxicos en naranja valencia, cítricos y sus cultivos asociados en el norte del estado de Veracruz y noreste de Puebla. *Informe técnico 23-224, proyecto 322600.* CIIDRI-UACh.

Gómez-Cruz, M. Á., Gómez Tovar, L., Barrera-González, J. A., Ortiz-Martínez, L. E., y Maldonado-Adauta, A. E. (2023). Aplicación foliar de agrohomeopatía en el control de enfermedades en árboles de *Citrus sinensis* L. Osbeck en el norte de Veracruz. En *XX Foro Interinstitucional "La terapéutica homeopática y la prevención de los seres vivos.* UACh.

Gómez-Cruz, M. Á., Gómez-Tovar, L., Hernández-Andrade, M. Á., & Gálvez-Mendoza, A. (2022). Evaluación de insumos agroecológicos para manejo de amarillamiento de hojas de naranja tardía (*Citrus sinensis* L., Osbeck) en San Pablo, Papantla, Veracruz. En *Memoria X Congreso Internacional y Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas.* UACh.

Gómez-Cruz, M. Á., Gómez-Tovar, y Ramírez-Cruz, K. (2020). Insumos agroecológicos para disminuir la caída/abscisión de naranja en producción orgánica. En *Memoria VIII Congreso Internacional y XXII Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas.* UACh.

Jara, O. (2017). *La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para mundos posibles.* Centro de Educación y Desarrollo Humano.

Restrepo-García, A. M. (2025). *Manejo alternativo para el control de Diaphorina citri* Kuwayama *(Hemiptera: Liviidae) en cultivos cítricos del Departamento de Caldas.* Tesis de doctorado en ciencias agrícolas. Universidad de Caldas.

VIABILIDAD DEL BANCO DE PROTEÍNA CON FERTIRRIEGO DEL BIOL DE BIODIGESTOR EN FAMILIAS CAMPESINAS

Takuo Hozumi*; David Delgado-Viveros; Pedro Arturo Martínez-Hernández

Universidad Autónoma Chapingo

*thozumi@chapingo.mx

Introducción

Es frecuente que no se aproveche uno de los principales beneficios del biodigestor doméstico de plástico tubular de polietileno (biodigestor rústico), que es la obtención de abono-fertilizante orgánico: biol de biodigestor (BB). Esto sucede principalmente entre las familias beneficiadas que obtuvieron su biodigestor con el interés de tener el biogás. Muchas de ellas no poseen cultivos donde aplicar BB o, de tenerlos, no hay condiciones adecuadas para trasladarlo. En tales casos, el BB suele provocar la contaminación de cuerpos de agua o sobrecargar el sistema de drenaje comunitario, cuya capacidad de tratamiento es limitada. Ante esta situación, se desarrolló una propuesta técnica para utilizar el BB *in situ*, generando proteína para animales mediante un banco de proteína con sistema de fertirriego (BPFB). Aunque existen estudios y experiencias de bancos de proteína para pequeños agricultores como Cruz y Nieuwenhuyse (2008), estos no integran el fertirriego. Retomando dichas experiencias, se instalaron cuatro módulos de BPFB con *Leucaena leucocephala*. La idea básica de esta propuesta técnica es con una mínima inversión monetaria, tiempo y mano de obra, reducir el costo de alimentos concentrados al sustituirlos por el follaje con alto valor proteico (superior al 20% en materia seca, según Ordóñez, 2022). El objetivo fue evaluar el efecto del fertirriego con BB en la producción de follaje de *Leucaena leucocephala*.

Materiales y métodos

Se instalaron cuatro BPFB de 70 m²: Calnali (Hidalgo) y San Marcos (Guerrero) en traspatios campesinos; Tihuatlán (Veracruz) en una granja familiar y Texcoco (Estado de México) en un campo experimental. Los dos primeros módulos fueron manejados por familias colaboradoras y se hicieron las observaciones sobre el proceso de establecimiento y el funcionamiento de éstos mediante visitas periódicas (intervalos de 3 a 5 meses), mientras que los dos restantes fueron operados por el equipo de investigación. Las plantas de *L. leucocephala* se trasplantaron en un diseño triangular con una distancia de 100 cm entre plantas y 150 cm entre hileras. El manejo consistió en corte y acarreo; la poda se realizó a 125 cm de altura. El sistema de fertirriego se hizo con una manguera de una pulgada (por gravedad o mediante tambo elevado) con orificios de 4 mm. La descarga se ubicó a 75 cm de la base de la planta para prevenir el exceso de humedad, factor crítico para la especie. El BB aplicado provino de excretas porcinas, con un tiempo de retención hidráulica superior a 60 días y una concentración del 100 %. La producción de follaje se determinó cada 45 días en plantas con altura superior a 150 cm colectando hojas y tallos tiernos (diámetro <0.8 mm) de 10 plantas por tratamiento. Los tratamientos evaluados fueron: testigo y aplicación de BB. Se pesaron las plantas de cada tratamiento cada 45 a 58 días con una báscula digital, el análisis se hizo con datos de materia fresca pues no se determinó materia seca. Los datos se analizaron como datos apareados con prueba de t y un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, antes se aplicó a los datos la prueba de normalidad con la prueba de Shapiro–Wilk.

Resultados y discusión

El primer factor favorable para el establecimiento y funcionamiento del BPFB con *L. leucocephala* fue el clima cálido. Cuando hay humedad y cuanto más cálido es el clima, más follaje se produce. En el módulo de Calnali, la falta de regulación de sombra —derivada del desinterés de la familia colaboradora— impidió el establecimiento y funcionamiento de la propuesta. Debido a las

condiciones climáticas y sociales favorables. La evaluación de producción de follaje se concentró en el módulo de Tihuatlán. En las mediciones de rendimiento de biomasa, se observó un efecto significativo entre las muestras con aplicación de BB ($p < 0.05$). Los resultados mostraron diferencias significativas en los meses de junio, agosto y septiembre ($p < 0.05$), mientras que en julio no se detectó una diferencia ($p > 0.05$). Al analizar la producción total de follaje en cuatro meses, se observaron diferencias, mostrando la mayor producción el tratamiento con aplicación de BB lo que refuerza la consistencia del efecto observado. Asimismo, las pruebas t de una sola cola, indicaron que las muestras con aplicación de BB tienden a producir una mayor cantidad de follaje que las muestras testigo. En julio, la producción en las muestras con BB, es mayor que en las muestras testigo. En cuatro cortes realizados entre el 6 de junio y el 26 de octubre de 2025, la producción aumentó un 166.4 % respecto al testigo, alcanzando picos de hasta 210.7 % (entre 14 de septiembre y 26 de octubre; cuadro 1). Un BPFB con 30 plantas de *L. leucocephala* puede producir alrededor de 30-35 kg de follaje fresco cada 45-50 días.

Cuadro 1. Producción de follaje (g) en Tihuatlán, Ver.

fecha de corte	con tratamiento	Testigo
6 jun.	3,665	2,350
28 jul.	11,740	8,620
14 sep.	9,690	5,125
26 oct.	8,050	3,820
Suma	33,145A	19,915B

Conclusiones

La aplicación de BPFB en *L. leucocephala* aumentó la producción de follaje y permite incrementar el número de cortes anuales.

Literatura citada

Cruz, J. y Nieuwenhuyse, A. (2008). *El establecimiento y manejo de leguminosas arbustivas en bancos de proteína y sistemas en callejones*. CATIE. Turrialba, C.R.

Ordóñez Sequera, G. A. (2022). *Rendimiento y calidad de las especies arbóreas forrajeras según su edad y época de corte Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, en la provincia de Santa Elena.* Tesis de licenciatura. Universidad Estatal Península de Santa. Elena. Ecuador. https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7922

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE TRES SISTEMAS DE LABRANZA CON *Zea mays* BAJO RIEGO EN MÉXICO

Olimpya-Talya Aguirre-Salado*; Joel Pérez-Nieto

Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo

*oaguirres@chapingo.mx

Introducción

El flujo de energía en los agroecosistemas determina su capacidad para transformar insumos en biomasa y sostener la producción agrícola. Además de la energía solar captada por las plantas, los sistemas productivos incorporan energía cultural, la cual puede clasificarse en directa (combustibles, electricidad y trabajo humano) e indirecta (energía incorporada en fertilizantes, semillas y agroquímicos) (Wang, 2022). La agricultura moderna depende en gran medida de insumos derivados de combustibles fósiles, lo que incrementa el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al sector (Chamorro et al., 2016).

La eficiencia energética, definida como la relación entre la energía obtenida en los productos cosechados y la energía invertida para producirlos, constituye un indicador clave para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Chamorro et al., 2016). El análisis de flujos energéticos mediante el balance entre entradas y salidas, expresadas en megajoules (MJ), permite comparar distintos esquemas de manejo e identificar oportunidades de optimización (Dhanapala et al., 2023).

La agricultura de conservación, basada en la mínima perturbación del suelo, cobertura permanente y diversificación de cultivos (FAO, 2015), se ha propuesto como alternativa para reducir el consumo energético sin comprometer la productividad. Sin embargo, en México existen pocos estudios que evalúen integralmente los flujos energéticos en sistemas de labranza bajo riego. Por ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar los flujos de energía en tres sistemas de labranza bajo agricultura de conservación en el cultivo de maíz, mediante el análisis del balance y la eficiencia energética en condiciones de riego en México.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, bajo condiciones de riego, durante el ciclo 2024 del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se evaluaron tres sistemas de labranza: convencional, mínima de conservación y cero de conservación, establecidos en un diseño Cuadro Latino con tres repeticiones.

El análisis energético se efectuó mediante la cuantificación de entradas y salidas del sistema, siguiendo el enfoque de Dhanapala et al. (2023). La entrada total de energía se estimó considerando energía directa (electricidad, diésel, mano de obra y maquinaria) e indirecta (fertilizantes, semillas y agroquímicos). Cada insumo utilizado por hectárea fue multiplicado por su coeficiente energético correspondiente, expresando los resultados en MJ ha^{-1}.

La salida total de energía se calculó a partir del rendimiento de grano y biomasa seca por hectárea, multiplicados por sus respectivos coeficientes energéticos. Con los valores de energía indirecta y energía directa se determinaron el balance energético y la eficiencia energética, permitiendo comparar el desempeño energético entre sistemas de labranza.

Resultados y discusión

La energía total invertida fue similar entre sistemas, con valores de 20.62 GJ ha^{-1} en labranza convencional, 20.42 GJ ha^{-1} en labranza mínima y 19.90 GJ ha^{-1} en labranza de conservación.

Estas diferencias fueron reducidas, lo que sugiere que la disminución de labores mecánicas no modifica sustancialmente la energía total cuando los principales insumos —fertilizantes (32.5 %), semillas (30.3 %) y electricidad para riego (25.3 %)— concentran el 88.1 % de la energía invertida. La participación relevante de la electricidad explica que los valores obtenidos sean ligeramente superiores a los reportados en sistemas de secano en Europa (Moitzi et al., 2021), donde el riego no forma parte del consumo energético. En contraste, la energía producida mostró diferencias marcadas. La labranza de conservación alcanzó 341.29 GJ ha^{-1}, seguida por labranza mínima con 313.71 GJ ha^{-1} y labranza convencional con 260.27 GJ ha^{-1}. Estos resultados coinciden con estudios que reportan mayores rendimientos energéticos bajo esquemas de labranza reducida o cero (Kumar et al., 2023), atribuidos a una mejor eficiencia en el uso de recursos y mayor estabilidad productiva. El balance energético fue superior en labranza de conservación (321,384 MJ ha^{-1}), comparado con labranza mínima (293,291 MJ ha^{-1}) y convencional (239,652 MJ ha^{-1}). Asimismo, la eficiencia energética alcanzó 17.15 en la labranza de conservación, superando en 36 % al sistema convencional (12.62), mientras que el índice de consumo energético fue menor (0.06). Estos resultados evidencian que, aun con entradas similares, la mayor producción en labranza de conservación permite una transformación más eficiente de energía invertida en biomasa útil.

Conclusiones

El análisis de los flujos de energía permitió identificar diferencias claras en el desempeño energético de los sistemas de labranza evaluados bajo condiciones de riego. La labranza de conservación presentó el mayor balance y eficiencia energética, lo que indica una mayor capacidad de transformación de energía invertida en producción útil en comparación con la labranza mínima y la labranza convencional. Las entradas energéticas totales fueron similares entre tratamientos, evidenciando que las variaciones en desempeño energético se asociaron principalmente con la producción obtenida y no con reducciones sustanciales en el uso de insumos. Asimismo, se determinó que fertilizantes, semillas y electricidad para riego constituyen los principales componentes del consumo energético del sistema.

Literatura citada

Chamorro, A. M., Golik, S. I., Bezus, R., & Pellegrini, A. E. (2016). Análisis energético de cuatro secuencias de cultivo en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, 32*(1), 20–31. https://doi.org/10.4067/S0719-38902016000100003

Dhanapala, S., Nilmalgoda, H., Gunathilake, M. B., Rathnayake, U., & Wimalasiri, E. M. (2023). Energy balance assessment in agricultural systems: An approach to diversification. *AgriEngineering, 5*(2), 950–964. https://doi.org/10.3390/agriengineering5020059

FAO. (2015). *Agricultura de conservación*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. http://www.fao.org/conservation-agriculture/es/

Kumar, A., Behera, U. K., Dhar, S., et al. (2023). Conservation tillage and microbially mediated integrated phosphorus management enhance productivity, profitability and energy use efficiency of maize. *The Journal of Agricultural Science, 161*(3), 373–386. https://doi.org/10.1017/S0021859623000266

Moitzi, G., Wagentristl, H., Gruber, E., & Refenner, J. (2021). Comparison of energy inputs and energy efficiency for maize in a long-term tillage experiment under Pannonian climate conditions. *Plant, Soil and Environment, 67*(5), 257–263. https://doi.org/10.17221/67/2021-PSE

Wang, X. (2022). Managing land carrying capacity: Key to achieving sustainable production systems for food security. *Land, 11*(4), 484. https://doi.org/10.3390/land11040484

MAPEO ESPACIAL DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO BAJO 25 AÑOS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN CHAPINGO, MÉXICO

Olimpya-Talya Aguirre-Salado*; Joel Pérez-Nieto

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo

*oaguirres@chapingo.mx

Introducción

El carbono orgánico del suelo (COS) es un indicador fundamental de calidad edáfica y sostenibilidad, debido a su influencia en la estructura del suelo, la retención de agua, la disponibilidad de nutrientes y la actividad biológica. Además, cumple un papel estratégico en la mitigación del cambio climático al actuar como reservorio de carbono atmosférico (Lal, 2023). La dinámica del COS está estrechamente vinculada al manejo agrícola, particularmente al tipo de labranza y la gestión de residuos. La agricultura de conservación, basada en la mínima perturbación del suelo y cobertura permanente, ha demostrado favorecer la acumulación de carbono en comparación con sistemas convencionales (Ardila-García et al., 2022; Santos et al., 2020). Sin embargo, la variabilidad espacial del suelo puede modificar estos efectos. El uso de herramientas geoestadísticas ha permitido mapear la distribución del COS y analizar patrones asociados al manejo (Zhang et al., 2019; Guo et al., 2021). En México, son limitados los estudios espaciales en sistemas con manejo prolongado. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la distribución espacial del COS en sistemas con 25 años de manejo en Chapingo.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el módulo experimental de Agricultura de Conservación del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), en Texcoco, Estado de México. Se evaluaron tres sistemas de labranza con más de 25 años de manejo continuo bajo rotación maíz–avena–frijol: labranza cero (LC), labranza mínima (LM) y labranza convencional (LCV), establecidos bajo un diseño experimental de Cuadro Latino con tres repeticiones. Se realizó un levantamiento sistemático de 45 muestras de suelo distribuidas en los tres tratamientos, a una profundidad de 0–30 cm. Las muestras fueron procesadas en laboratorio para la determinación de materia orgánica mediante el método de oxidación húmeda de Walkley y Black (1934), basado en la oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio en medio ácido y posterior titulación. El contenido de carbono orgánico (%) se estimó a partir de la materia orgánica empleando el factor de conversión 1.724. Las reservas de COS se calcularon en toneladas por hectárea (t ha^{-1}) integrando el contenido de carbono, la densidad aparente y la profundidad de muestreo, conforme a la metodología propuesta por Penman et al. (2003). Para el análisis espacial, se aplicó interpolación mediante el método Multilevel B-Spline, técnica que permite generar superficies continuas a partir de datos puntuales y modelar la variabilidad espacial del COS dentro del módulo experimental (Zhang et al., 2019; Guo et al., 2021. Finalmente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto del sistema de manejo sobre las reservas de COS, y una prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05$) para identificar diferencias significativas entre tratamientos, siguiendo procedimientos estadísticos estándar para experimentos agrícolas (Santos et al., 2020).

Resultados

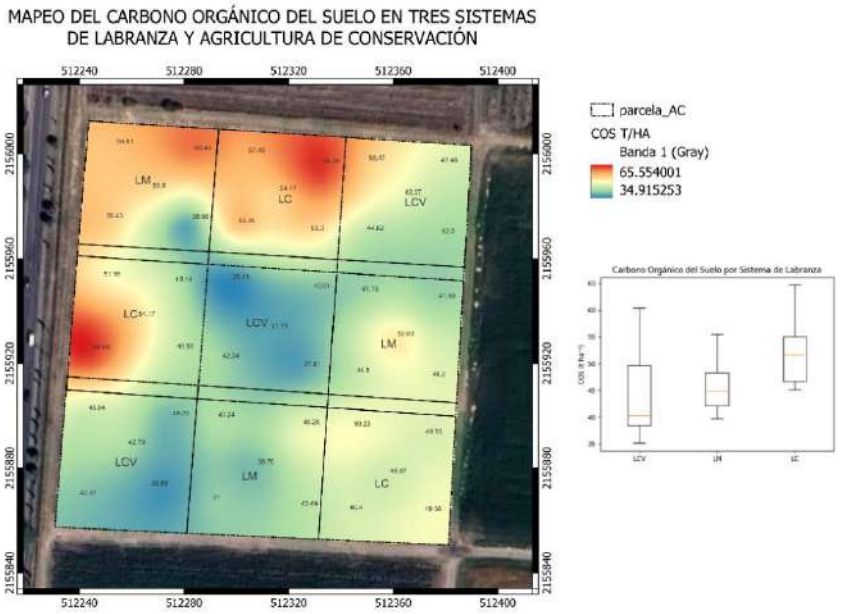
Los valores promedio de COS mostraron diferencias claras entre sistemas de labranza. La LC presentó el mayor contenido promedio (52.81 ± 6.38 t ha^{-1}), seguida por ls LM (45.33 ± 4.17 t ha^{-1}) y ls LCV (43.22 ± 8.41 t ha^{-1}). El análisis de varianza (ANOVA) indicó diferencias significativas entre tratamientos ($F = 6.915$; $p = 0.0025$), lo que evidenció un efecto estadístico del sistema de labranza sobre el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. La prueba de

comparación múltiple de Tukey (α = 0.05) mostró que la labranza de conservación presentó valores significativamente mayores de COS respecto a la labranza convencional (p = 0.0034) y la labranza mínima (p = 0.0164), mientras que no se detectaron diferencias significativas entre labranza mínima y convencional (p = 0.8295). El mapeo espacial mediante interpolación geoestadística permitió identificar una distribución heterogénea del COS dentro del módulo experimental (Figura 1).

Conclusiones

El análisis espacial y estadístico confirmó que el sistema de labranza influye significativamente en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo después de 25 años de manejo continuo. La labranza de conservación presentó mayores reservas de COS en comparación con los otros sistemas evaluados.

Figura 1. Mapeo de COS en tres sistemas de labranza y agricultura de conservación



Literatura citada

Ardila-García, V., Plazas-Navarro, L. P., & Vallejo, V. E. (2022). Conservation agriculture as a potential strategy to increase soil quality in Colombian agroecosystems. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23*(3), e2674. https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2674

Guo, L., Liu, R., Men, C., Wang, Q., Miao, Y., & Shen, Z. (2021). Mapping soil organic carbon stock by hyperspectral and time-series multispectral remote sensing images in low-relief agricultural areas. *Remote Sensing, 13*(8), 1603. https://doi.org/10.3390/rs13081603

Lal, R. (2023). Carbon farming and soil carbon sequestration. *Journal of Soil and Water Conservation, 78*(2), 45A–51A. https://doi.org/10.2489/jswc.2023.0407A

Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., et al. (2003). *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*. IPCC.

Santos, H. P., Dalmago, G. A., Santi, A., & Fontaneli, R. S. (2020). Energy performance of soil management systems and crop rotation. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 15*(2), 1–8. https://doi.org/10.5039/agraria.v15i2a8260

Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science, 37*(1), 29–38. https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003

Zhang, Y., Li, Y., Zhang, X., & Chen, D. (2019). Prediction of soil organic carbon based on Landsat 8 monthly NDVI data. *Remote Sensing, 11*(4), 484. https://doi.org/10.3390/rs11040484

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES BIOFERTILIZANTES ÓRGANO MINERAL EN ARVEJA (*Pisum sativum L.*)

Flores-Cortes María Edith; Hernández-Tapia Alejandro*; Corlay-Chee Langen; López Carmona Dante Alejandro

Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo

*ahernandezt@chapingo.mx

Introducción

La arveja (*Pisum sativum L.*) puede consumirse en estado fresco y en grano seco. Debido a que es una especie de interés agronómico es necesario crear alternativas de fertilización diferentes a los fertilizantes sintéticos que, si bien generan altos rendimientos, también ocasionan problemas ambientales y ecológicos. Un gran número de agricultores e investigadores están incursionando en el estudio de técnicas ecológicas que utilicen insumos locales de fácil aplicación, en este contexto los campesinos hacen uso de bioinsumos como bioles caseros o biofertilizantes. Éstos se emplean principalmente en aplicaciones foliares, sin embargo, de esta manera únicamente se complementa la fertilización al suelo. La información del efecto de la aplicación foliar de bioles y lixiviados enriquecidos con minerales inorgánicos, así como sus dosis de aplicación que permitan buen desarrollo y rendimiento de los cultivos es escasa, por lo que se planteó el objetivo de determinar el efecto de aplicación de tres bioinsumos en arveja, mediante su evaluación experimental en campo, a fin de contar con información confiable que apoye su recomendación para aplicaciones en campo.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de mayo a agosto de 2025 en el Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas del Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo. Se utilizó semilla variedad Early Nacional, a 30 cm entre plantas y 50 cm entre surcos. Se evaluaron cinco tratamientos por cuadruplicado y con un Diseño de Bloques Completamente al azar (DBCA), como testigo comercial se usó Bayfolan® y un testigo absoluto sin aplicación de biol: T1 (Testigo), T2 (Bayfolan® 4L/ha), T3 (Supermagro Plus 5L/ha), T4 (Supermagro Agro 5L/ha) y T5 (Biomoléculas 5L/ha).

El suelo de área experimental tiene altos niveles de Materia Orgánica (3.6 %), N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu y Mn de acuerdo con Castellanos et al. (2000), pH 7.78 y conductividad eléctrica (CE) 0.388 dSm^{-1}. Los bioinsumos empleados contienen menos NPK que el químico Bayfolan®. Entre los bioinsumos, Supermagro Agro tiene mayor concentración de Ca, K, Fe y P, Supermagro Plus mayor concentración en Mg, Cu, B y N-Total, mientras que Biomoléculas los valores más bajos, salvo en K que le siguió al Supermagro Agro. Se realizaron cuatro aplicaciones foliares: 1) desarrollo de hojas y formación de brotes laterales, 2) prefloración, 3) formación de frutos y 4) llenado de semilla.

Se midió altura de la planta y diámetro de tallo a los 68 días después de la siembra (DDS) y al término del experimento, 78 DDS, se midió altura y diámetro de planta, número de vainas y granos por vaina, rendimiento de grano e índice de cosecha. Las variables de altura y diámetro se analizaron mediante un ANOVA de mediciones repetidas, utilizando modelos mixtos autorregresivos de grado 1 (AR1). Las demás variables se procesaron como un DBCA. Se realizaron comparaciones de medias por LSD ($\alpha = 0.05$) para las variables significativas.

Resultados y discusión

El Cuadro 1 muestra que solo altura de planta y diámetro de tallo presentaron diferencias estadísticas ($p<0.05$), siendo el testigo menor al resto. La ausencia de diferencias entre

tratamientos puede explicarse a los altos contenidos de materia orgánica y N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu y Mn del suelo. Al respecto, Barzan et al. (2023) mencionan que las alturas mayores pueden deberse a alto contenido de materia orgánica y adecuado nivel de N.

Cuadro 1. Variables de respuesta de *Pisum sativum* L. a la aplicación de bioles.

Tratamiento l/ha	Altura (cm)	Diámetro tallo (mm)	Vainas planta^{-1}	Granos vaina^{-1}	Rendimiento	Índice de cosecha
T1: Testigo	30.5 b	3.6 b	14.0 b	4.2 b	92.6 b	55.4 b
T2: Bayfolan®	35.8 a	4.2 a	18.0 ab	4.8 ab	107.4 ab	60.9 a
T3: Supermagro Plus	34.3 a	4.2 a	21.5 a	5.8 a	114.0 ab	59.3 a
T4: Supermagro Agro	33.5 a	4.2 a	19.1 ab	5.7 a	125.5 a	55.9 ab
T5: Biomoléculas	33.6 a	4.3 a	18.6 ab	5.1 ab	97.5 b	59.6 a

En cuanto a índice de cosecha (IC), se infiere que los tratamientos tuvieron influencia en el desarrollo de biomasa, pero no en la producción de grano: Bayfolan® (4L/ha) presentó el valor más alto, seguido por Biomoléculas (5L/ha) y Supermagro Plus (5L/ha); mientras que testigo y Supermagro Agro presentaron los valores de IC más bajos. Es importante destacar que Bayfolan® fue el mejor en altura de planta, pero la menor en el número de semilla por vaina, este tratamiento presentó las medias más altas en el IC debido a la biomasa de la planta y no por su rendimiento. Estos resultados son similares a los encontrados por García & Méndez (2025) quienes aplicaron de manera foliar Supermagro de estiércol de bovino y cerdo a dosis de 10 L/ha y 16 L/ha, en chícharo y cebolla; sus resultados arrojaron diferencia en el crecimiento en comparación con el testigo, sin embargo, no hubo diferencia para el rendimiento.

Conclusiones

El efecto de las aplicaciones de los bioinsumos empleados en esta evaluación mostraron diferencias estadísticas en desarrollo vegetativo, no así para el rendimiento. Bayfolan® puede ser sustituido por los bioinsumos empleados, en condiciones similares a las presentadas en esta evaluación. Los tratamientos con aplicaciones de bioinsumos y fertilizante químico favorecieron a la variable altura, diámetro. En cambio, para las otras variables medidas no se encontraron diferencias estadísticas; esto podría indicar que las aplicaciones con fertilizante influyeron en el desarrollo vegetativo, pero no en el reproductivo.

Literatura citada

Barzan, R. R., Sandoval Contreras, H. A., & Osorio García, N. A. (2023). Fuentes y dosis de nitrógeno en el crecimiento inicial de arroz (*Oryza sativa* L.) de secano. *Acta Agronómica*, *71*(4). https://doi.org/10.15446/acag.v71n4.92480

Castellanos, J. Z., Uvalle, J. X., & Aguilar, A. (2000). *Manual de Castellanos J. Z. Manual-Comprimido | PDF | Suelo | Fertilizante*. Scribd. https://es.scribd.com/document/735347514/Manual-de-Castellanos-J-Z-Manual-Comprimido

García, I., & Mendez, J. E. (2025). *Evaluación de biol supermagro, bajo dosis y fuentes de estiércol diferentes, en cultivos anuales en camas biointensivas*. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo.

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE AGROECOSISTEMAS DE MAÍZ Y GUAJE EN SAN SEBASTIAN ZINACATEPEC, PUEBLA

Rosalina Salgado-Zavaleta; Regina-Zuñiga Herrera; Alejandra Nayely Ruiz-Martínez; Alejandro Hernández-Tapia

Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo

ahernandezt@chapingo.mx

Introducción

La sustentabilidad de los agroecosistemas se define por el balance entre la productividad, la estabilidad ecológica, la capacidad adaptativa y la autogestión social (Masera, O., et al., 1999). En San Sebastián Zinacatepec, Puebla, predominan unidades de producción (UdP) de maíz (*Zea mays*) y guaje verdura (*Leucaena spp.*) con presencia puntual de hortalizas en pequeñas superficies. En este contexto, se planteó como objetivo evaluar la sustentabilidad del sistema agrícola local mediante el marco Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales (MESMIS), a fin de orientar propuestas de mejora agroecológicas viables y adaptadas a las condiciones locales.

Materiales y métodos

El MESMIS permite evaluar la sustentabilidad de un sistema mediante la evaluación de indicadores acordes a las condiciones locales. A través de entrevistas semiestructuradas se delimitaron y diagnosticaron las UdP, así mismo, se identificaron puntos críticos y se construyeron indicadores adaptados al contexto local (Masera, O. et al,1999). Los resultados se presentan con base en los atributos de Productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión. Para el análisis de los indicadores se siguió una escala de 1 a 4; donde 1=Condición crítica, 2=condición limitada, 3=condición moderada y 4=condición optima.

La caracterización se realizó con base en las etapas fenológicas del maíz y el guajes. Se documentaron labores, insumos, frecuencia y justificación local de las decisiones agronómicas con base a su manejo. El sistema alternativo se elaboró a partir de revisión bibliográfica respecto a características deseadas en los agroecosistemas. Los promedios por criterio se sintetizaron en un diagrama tipo ameba.

Resultados y discusión

Los promedios alcanzados en cada criterio evidencian que las UdP son menos sustentables que el sistema alternativo, ningún atributo alcanzó una condición moderada (3), los valores se ubicaron entre 1.8 y 2.2 (condición crítica a limitada). El atributo de Productividad obtuvo un promedio de 2.2 respecto al sistema alternativo. Se vio limitado por una baja densidad de siembra, dependencia al mercado; pero obtuvo una condición moderada debido a la disponibilidad de la mano de obra contratada. La Estabilidad-Resiliencia-Confiabilidad se afectó por las aplicaciones de agroquímicos sin tomar en cuenta el umbral económico; pero se mantuvo gracias a la implementación de obras de conservación de agua y suelo (pantles). La Adaptabilidad se vio comprometida por la falta de disponibilidad de los miembros de la UdP a innovar y la perdida de transmisión generacional de saberes. Por su parte, la Autogestión es limitada por el acceso a créditos, dependencia al mercado y a la venta a terceros; sin embargo, existen sociedades de riego que permiten mayor control del uso del agua. La Equidad está influenciada por la dinámica poblacional, al respecto, un porcentaje bajo de migrantes regresan con innovaciones para las UdP.

Para el agroecosistema maíz se plantearon propuestas como: rotación maíz–flor de temporada, manejo de bordos, incremento de materia orgánica por medio de la reincorporación de residuos

de poda de guaje y maíz (Castellanos, Z.J.;2013), reducción de agroquímicos mediante la eliminación de productos con mismo ingrediente activo, selección masal de semillas en campo (Coyac, et al., 2013). Debió a la falta de literatura sobre el manejo de guaje (*Leucaena spp.)* verdura se consideraron las propuestas del decálogo de Tittonel (2019) a fin de presentar propuestas de cambio en las condiciones de la comunidad. Dentro de las propuestas se encuentran: la asociación guaje–maíz, la reducción de fertilizantes nitrogenados para disminuir la dependencia de insumos sintéticos, manejo colectivo del cultivo mediante la coordinar aplicaciones químicas, podas sanitarias y de mantenimiento entre colindantes, selección de semillas y árboles elite para identificar árboles sobresalientes y obtener semilla de calidad

Figura 1. Ameba de atributos de sustentabilidad de agroecosistemas de maíz y guaje en San Sebastián Zinacatepec, Puebla.

Conclusiones

La evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas de maíz y guaje en San Sebastián Zinacatepec presenta una baja cohesión social entre productores de guaje (Leucaena spp.) y maíz (*Zea mays*). Los sistemas presentan una alta fragilidad, ya que actualmente la comunidad se sostiene por la experiencia acumulada de los productores de mayor edad. Si bien, existe una organización para la distribución del riego, la estabilidad ecológica y la autogestión están en niveles críticos, por lo tanto, es necesario implementar acciones para reducir la baja productividad e incipiente organización en ambos sistemas.

Literatura citada

Castellanos, Z. J. (2013). Manejo Nutricional de Maíz. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI). México.

Coyac Rodríguez, J. Luis, Molina Galán, José D., García Zavala, J. Jesús, & Serrano Covarrubias, Luis M.. (2013). La selección masal permite aumentar el rendimiento sin agotar la variabilidad genética aditiva en el maíz Zacatecas 58. Revista fitotecnia mexicana, 36(1), 53-62. Recuperado en 23 de febrero de 2026, de

Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa / GIRA / UNAM.

MILPA, AGROBIODIVERSIDAD Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES METABÓLICAS EN IXTENCO, TLAXCALA

Felipe Reyes-Fuentes*; Ameyali Hernández-Hernández

Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México.

*freyesf@chapingo.mx

Introducción

La obesidad y la diabetes mellitus en contextos rurales han sido abordadas con frecuencia desde enfoques centrados en hábitos individuales; sin embargo, esta perspectiva resulta limitada cuando los cambios alimentarios están asociados a transformaciones del territorio, de los agroecosistemas y de la disponibilidad local de alimentos. En comunidades latinoamericanas e indígenas como Ixtenco, Tlaxcala, la expansión de los productos ultraprocesados se relaciona con la simplificación de los sistemas agroalimentarios y la erosión de la diversidad biocultural, además de un incremento del riesgo cardiometabólico. Los niveles altos de consumo se han asociado con 17% más riesgo de enfermedad cardiovascular, 23% más riesgo de enfermedad coronaria y alrededor de 12% más riesgo de diabetes tipo 2 (Fardet y Rock, 2020; Mendoza et al., 2024). Asimismo, una mayor ingesta de alimentos ultraprocesados se vincula con mayor riesgo de padecimientos metabólicos y mortalidad prematura, lo que refuerza la necesidad de analizar los cambios alimentarios desde una perspectiva territorial (Monteiro et al., 2019). En este contexto, la milpa puede analizarse como una base agroecológica para la prevención de enfermedades metabólicas en el territorio, ya que articula producción de alimentos, diversidad de especies comestibles, manejo del suelo y continuidad de conocimientos locales. Por ello, el objetivo del estudio fue evaluar la relación entre la agrobiodiversidad del sistema milpa, la transición alimentaria y el riesgo metabólico en Ixtenco, a partir de una lectura territorial y agroecológica (Altieri y Toledo, 2011; Llanos y Santacruz, 2018).

Materiales y métodos

Se desarrolló un estudio de caso socioecológico con enfoque cualitativo-participativo. La estrategia analítica integró tres fuentes de información: a) un diagnóstico comunitario para identificar padecimientos metabólicos con mayor incidencia; b) una matriz de vulnerabilidad territorial construida con actores locales, organizada en componentes de alimentación, biodiversidad y prácticas agrícolas; y c) un registro de prácticas agroalimentarias vinculadas al sistema milpa. La información se procesó mediante análisis de contenido dirigido y triangulación temática con ejes definidos ex ante: base alimentaria territorial, transformaciones del agroecosistema y factores de riesgo metabólico (Hsieh y Shannon, 2005). Esta ruta metodológica permitió vincular percepciones locales de enfermedad con cambios en el sistema agroalimentario y territorial, siguiendo criterios de integración socioecológica y análisis cualitativo (Bardin, 2013; Braun y Clarke, 2006).

Resultados y discusión

La milpa contribuye a disminuir el riesgo de padecimientos metabólicos, como hipertensión, obesidad y diabetes, como se muestra en el Cuadro 1. Estos efectos en la salud se relacionan con mecanismos ecológicos, alimentarios y de manejo productivo. En primer lugar, la milpa sostiene una base dietaria diversificada que amplía la disponibilidad local de alimentos frescos y reduce la dependencia de productos ultra procesados. En segundo lugar, la estacionalidad de la milpa contribuye a mantener patrones de consumo vinculados al territorio, lo que mitiga la sustitución de alimentos locales por productos industrializados de alta densidad calórica. Este hallazgo coincide con la agroecología, que reconoce la diversificación como un componente clave de la resiliencia de los sistemas alimentarios y de la soberanía alimentaria (Altieri y Toledo, 2011).

La integridad ecológica de la milpa, suelo, cobertura vegetal y diversidad asociada amplía el repertorio alimentario del hogar. De manera complementaria, el estudio muestra que la vulnerabilidad metabólica aumenta cuando se debilitan las bases agroecológicas del sistema milpa, particularmente con la disminución de la agrobiodiversidad y la pérdida de semillas nativas.

Cuadro 1. Matriz de vulnerabilidad en Ixtenco Tlaxcala

Variable	Grupo 1 (Policultivos/Milpa)	Grupo 2 (Monocultivos)
Número de familias	5	5
Producción local en la dieta	48.3%	13.7%
Consumo de alimentos ultra procesados	27%	54.2%
Personas con alteraciones metabólicas (obesidad, diabetes e hipertensión)	≥1 por familia	≥2 por familia

Conclusiones

La milpa en Ixtenco constituye una base agroecológica para la prevención de enfermedades metabólicas, al sostener agrobiodiversidad alimentaria, temporalidades locales de consumo y conocimientos especies nativas. Los resultados muestran que la prevención de obesidad, hipertensión y diabetes en territorios rurales requiere fortalecer las bases ecológicas y productivas del sistema agroalimentario local, más allá de intervenciones centradas únicamente en conductas individuales. En este sentido, las estrategias territoriales de prevención metabólica deben incorporar la conservación de la agrobiodiversidad, el manejo agroecológico y la soberanía alimentaria como componentes de la política de salud pública territorial.

Literatura citada

Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies, 38*(3), 587–612. https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947

Bardin, L. (2013). *El análisis de contenido* (3.ª ed.). Akal.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Fardet, A., & Rock, E. (2020). Ultra-processed foods and food system sustainability: What are the links? *Sustainability, 12*(15), 6280. https://doi.org/10.3390/su12156280

Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research, 15*(9), 1277–1288. https://doi.org/10.1177/1049732305276687

Llanos, L., & Santacruz, E. (2018). La soberanía alimentaria y el riesgo ambiental en la construcción social del territorio rural en San Juan Ixtenco, Tlaxcala. *Textual*, (72), 67–101. https://doi.org/10.5154/r.textual.2017.72.006

Mendoza, K., et al. (2024). Ultra-processed foods and cardiovascular disease. *The Lancet Regional Health – Americas*.

Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., Moubarac, J.-C., Louzada, M. L. C., Rauber, F., Khandpur, N., Cediel, G., Neri, D., Martinez-Steele, E., Baraldi, L. G., & Jaime, P. C. (2019). Ultra-processed foods: What they are and how to identify them. *Public Health Nutrition, 22*(5), 936–941. https://doi.org/10.1017/S1368980018003762

DIVERSIDAD TEMPORAL DE ESPECIES DE ÁRBOLES EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE MORELOS

Enrique Cortés-Díaz[1]*; Miguel Ángel Sánchez-Hernández[2]; Giovany Tonatiuh González-Bonilla[3].

[1]Depártamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo. [2]SECIHTI. Estancias Posdoctorales en Universidad Autónoma Chapingo. [3]Wild Forest Consulting

*ecodia@yahoo.com.mx

Introducción

Los bosques tropicales caducifolios constituyen uno de los ecosistemas más importantes para la conservación de la biodiversidad y el ciclo global del carbono debido a su alta riqueza florística, endemismo y capacidad de captar y almacenar carbono, particularmente en regiones neotropicales (Jasso-Flores & Corona-Núñez, 2025). A pesar de su importancia ecológica, estos ecosistemas han sufrido una intensa degradación y fragmentación, con menos de un tercio de su cobertura original intacta y una protección formal limitada a nivel regional y nacional (Stan et al., 2024). En México, el bosque tropical caducifolio experimenta presión antrópica por expansión agropecuaria y uso forestal, lo que compromete su función estructural y funcional, así como la provisión de servicios ecosistémicos. La Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, ubicada en el sur de Morelos, alberga uno de los remanentes más representativos de este tipo de vegetación y concentra una elevada diversidad de especies arbóreas. El objetivo fue describir la estructura, composición y diversidad alfa y beta, de especies arbóreas en el bosque tropical caducifolio del ejido El Limón, Morelos, proveyendo datos básicos para contribuir a su manejo y conservación.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de marzo a noviembre de 2025 en El Limón de Cuauchichinola, Tepalcingo, Morelos. Se retomaron 34 sitios circulares permanentes de 500 m² establecidos en 2016. En cada sitio se censaron todos los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP, 1.30 m) ≥ 10 cm. Para cada individuo se registró su identidad taxonómica y se midió el diámetro mediante cinta diamétrica y la altura total con clinómetro. A partir de la información obtenida se estimaron la riqueza de especies y la diversidad alfa, calculada mediante los índices de Shannon, Simpson y la equitatividad de Pielou (Magurran, 2004; Piña y Trejo, 2014). Se determinaron parámetros estructurales de la comunidad, incluyendo el Índice de Valor de Importancia.

Para evaluar la diversidad beta en su componente temporal, se emplearon los mismos sitios permanentes previamente censados en 2016, lo que permitió comparar la composición florística entre ambos periodos de muestreo. El análisis de similitud se realizó utilizando el coeficiente de Jaccard y el coeficiente de Sørensen (Magurran, 2004), con el fin de identificar cambios en la composición y estructura de la comunidad arbórea a lo largo del tiempo.

Resultados y discusión

Se registraron 873 individuos en los 34 sitios. La especie de mayor frecuencia fue *Lysiloma divaricatum*. La densidad fue de 513 individuos ha^{-1}, mientras que la riqueza del hábitat fue de 50 especies forestales. El índice de Margalef indicó una riqueza específica alta (7.236) (Holguín-Estrada *et al.,* 2021), lo que refleja una elevada diversidad de especies arbóreas con relación al número total de individuos muestreados; el índice de Shannon (H´= 2.8742) sugiere una diversidad alfa de moderada a alta, evidenciando una riqueza considerable y una distribución relativamente equilibrada de las abundancias entre las especies, Según Pumasupa *et al.* (2021), este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando se presenta una única especie y el logaritmo del número de especies, cuando todas las especies son representadas por el mismo número de individuos, también mencionan que generalmente los valores de este índice para

comunidades vegetales varían entre 2.00 y 3.00; valores inferiores a 2.00 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3.00 son altos; el índice de Simpson (D= 0.88878) confirma este patrón, mostrando una baja dominancia de pocas especies y una alta probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas (Magurran, 2004), la equitatividad de Pielou (J'= 0.7347) indica una distribución relativamente homogénea de las abundancias, aunque con cierta predominancia de algunas especies características del ecosistema, estos valores de los índices de diversidad indican tendencias similares a las descritas para el número de especies en ecosistemas similares (Graciano-Ávila et al., 2017).

El índice de Sørensen (0.8526) entre 2016 y 2025 indicó una alta similitud florística temporal y sugiere que la composición de especies se ha mantenido mayoritariamente estable, con bajo recambio de especies. En contraste, el índice de Jaccard (0.2985) evidencia la presencia de especies exclusivas en cada año de muestreo, reflejando cambios temporales en la composición florística.

Conclusiones

El bosque tropical caducifolio de El Limón presentó alta riqueza y diversidad arbórea, con estructura equilibrada y baja dominancia, lo que refleja un ecosistema heterogéneo y en buen estado de conservación. Los índices de diversidad alfa evidencian elevada riqueza específica y distribución relativamente homogénea de abundancias. La diversidad beta mostró alta similitud florística entre 2016 y 2025, con recambio moderado de especies. En conjunto, los resultados indican una comunidad vegetal con identidad florística estable, pero dinámica en su composición, característica relevante para su manejo y conservación.

Literatura citada

Graciano-Ávila, G., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., y Lujan-Soto, J. E. (2017). Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del Noroeste de México. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 4(12), 535-542. https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1114

Holguín-Estrada, V. A., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O., Yerena-Yamallel1, J. I., & Pequeño-Ledezma, M. Á. (2021). Estructura y composición florística de un bosque de galería en un gradiente altitudinal en el noroeste de México. Madera y Bosques, 27(2), e2722123. doi: 10.21829/myb.2021.2722123

Jasso-Flores, R. I., & Corona-Núñez, R. O. (2025). Recovery of carbon dynamics, soil nutrients and tree diversity during secondary succession within the tropical dry forests in the Yucatán Peninsula. Journal of Environmental Management, 394, 127345. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127345

Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell, Oxford, UK. 256 p.

Piña, E. & Trejo, I. (2014). Densidad poblacional y caracterización de hábitat del venado cola blanca en un bosque templado de Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 30(1), 114-134.

Pumasupa, J., Flores, Y., Huisa, S., Condori, D., Centeno, M., Valdez, T. & Yaja, A. (2021). Índices de calidad, estructura comunitaria y diversidad funcional: ¿cuál aproximación permite una mejor caracterización de la calidad ambiental en ríos de la serranía suroccidental? Ciencia & Desarrollo, 28(1), 41-56. DOI: https://doi.org/10.33326/26176033.2021.1.1107

Stan, K. D., Sanchez-Azofeifa, A. & Hamann, F. (2024). Widespread degradation and limited protection of forests in global tropical dry ecosystems. Biological Conservation, 289, 110425. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110425

NODRIZAJE EN POBLACIONES DE *Bursera bipinnata* (Moc. & Sessé ex DC.) Engl. EN TRES LOCALIDADES DE LA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS

Rivera-Rios Angel; Hernández-Tapia Alejandro; Cruz Rodríguez Juan Antonio

Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo

ahernandezt@chapingo.mx

Introducción

El copal (*B. bipinnata*) es una especie del la Selva Baja Caducifolia que tiene importancia económica cultural y ambiental. Este estudio se realizó en los ejidos Los Sauces y Pitzotlan, en Tepalcingo y en La Tigra Puente de Ixtla, Morelos. Las variables que se evaluaron fueron: presencia y tipo de nodriza para determinar las condiciones en que se establece *B. bipinnata*. Se entendió como objeto nodriza, la roca o especie vegetal que se encuentra "cerca de" *B. bipinnata*, por ello se registraron las condiciones en las que se encontraban los ejemplares 1) asociadas a rocas y hendiduras de éstas, o, 2) asociadas a una especie vegetal. El objetivo que se planteó fue describir las poblaciones de *B. bipinnata* en tres predios de la Sierra de Huautla y determinar si existen condiciones de nodrizaje, con plantas acompañantes o rocas que faciliten su establecimiento.

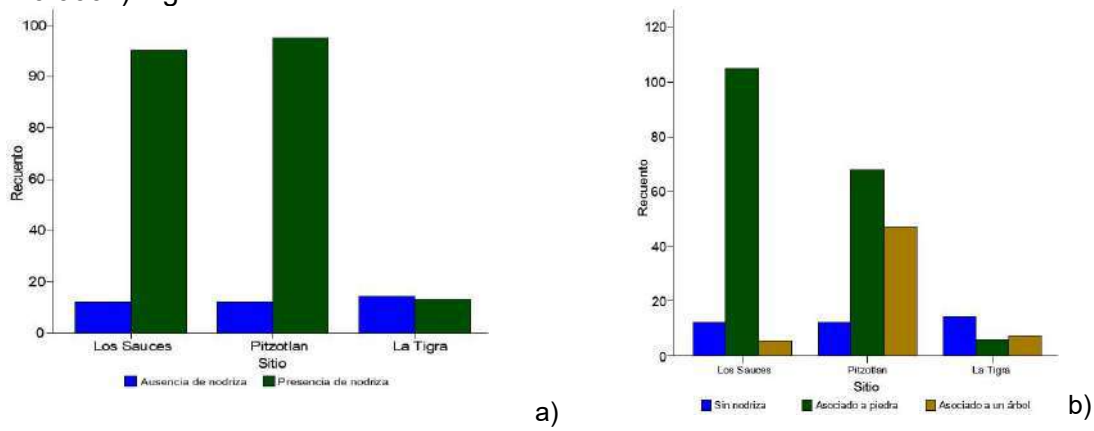
Materiales y métodos

Los predios de trabajo se eligieron por encontrarse poblaciones de *B. bipinnata* sometidas a condiciones de manejo contrastantes, pero con condiciones de clima, suelos y topografía similares. Los tres predios se encuentran en el área de influencia de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. Pertenecen a la región hidrológica RH18 y presentan como vegetación predominante Selva Baja Caducifolia. Se entendió como nodriza la roca o especie vegetal que se encuentra "cerca de", por ello se registraron las condiciones en que *B. bipinnata* se encontraban: 1) si estaban asociados a rocas y hendiduras de éstas 2) si estaban asociados a una especie vegetal (Muro *et al.,* 2009). Se realizó el análisis estadístico de los datos mediate prueba de Ji-Cuadrada, además de histogramas y tablas de contingencia con los intervalos del diámetro de la base de *B. bipinnata* (< 10cm, 10.1-20cm y > 20cm) para el total de individuos encontrados y para cada predio de trabajo. Para establecer la importancia de las rocas como nodrizas se determinó una muestra representativa, por cada sitio de trabajo, de 30% del total de árboles que tuvieron como nodriza una roca o un conjunto de ellas. Para todos los procedimientos estadísticos se empleó el paquete SPSS15.0.

Resultados y discusión

Con base en las observaciones en campo, se identificó que la mayoría de los individuos de *B. bipinnata* se encontraban establecidos en la base de rocas o entre conglomerados de ellas; también se registró su establecimiento en la base de árboles de otras especies o en áreas abiertas. Las rocas con las que se asocia el copal ocupan, en promedio, volúmenes superficiales de 0.05 ± 0.085 m^3 no obstante, se registraron rocas de hasta 0.5m^3. En la mayoría de los casos fue evidente que las semillas germinaron en la base de una roca, ya que los tallos crecen adheridos a uno de sus costados. Así la posibilidad de nodrizaje es uno de los factores que ayuda a explicar el establecimiento del copal, independientemente del manejo al que se sometan los predios. La distribución de frecuencias de la presencia o ausencia de nodriza cambio significativamente (α^2 = 36.568; gl = 2; p < 0.0001), con relación a los sitios de evaluación. En Pitzotlán 90% de los copales se establecieron bajo una nodriza y el 10% se desarrolló en áreas abiertas. En Los Sauces la proporción de asociación con nodrizas fue similar (90%), pero en La Tigra la mayoría de los individuos, 52%, no estaban establecidos con una nodriza, Figura 1. De los copales establecidos con nodrizaje, en Pitzotlan, el 59% se asoció con rocas, y el 41% con otra especie como *Opuntia lubrica* (nopal)*; Stenocereus stellatus* (pitayo); *Bursera longipes* (cuajilote rojo); *Acasia farnesiana* (huizache) y *Cordia curassavica* (manzanita). En Los Sauces

95% se asoció a rocas y 5% a *O. lubrica* y *B. longipes.* En La Tigra, el 46% se asoció a rocas y el 54% a *B. longipes*, *Prosopis laevigata* (mezquite), *Haematoxylum brasiletto* (palo Brasil) y *Lysiloma acapulcensis* (Tepehuaje). Es evidente que la distribución de frecuencias de asociación con rocas o plantas cambia significativamente respecto al sitio de evaluación (α^2 = 81.884; gl = 4; p < 0.0001) Figura 2.



a) b)

Nodrizaje (a) y tipo de nodrizas pera *B. bipinnata* en tres predios de la Sierra de Huautla, Morelos.

Al comparar el grado de asociación con rocas o plantas, en función del diámetro basal (DB) de los individuos de *B. bipinnata*, se observó que en Pitzotlan, la distribución de frecuencias no cambió significativamente (α^2 = 2.179; gl = 4; p < 0.703) con el tamaño de las plantas. Los individuos con DB < 10 cm, se asociaron con rocas en el 55.8% de los casos, seguido de la asociación a un árbol, con el 35.8%, y sólo el 8.4% no tuvo nodriza. Las plantas con DB en el intervalo 10.1- 20 cm, presentaron porcentajes de asociación similares a los anteriores (52%, 36% y 12%, respectivamente) sin embargo, en este caso los individuos con DB > 20 cm se asociaron principalmente con árboles (57.1%), seguidos de los que se asociaron con rocas (28.6%) el porcentaje de plantas sin nodriza aumentó a 14.3%. En Los Sauces, la distribución de frecuencias de asociación con rocas o plantas cambió significativamente (α^2=25.755; gl=4; p<0.0001) con el diámetro de la base, así, en las dos primeras clases aumentó el porcentaje de asociación con rocas. En la clase < 10cm todos los individuos estuvieron asociados a algo; 85% a rocas y 15% a un árbol, mientras que en el intervalo 10.1-20cm la proporción de asociación fue del 94.4% a rocas, 1.4% a un árbol y 4.2% no tuvo nodriza. Para la clase > 20cm los porcentajes de asociación fueron; 66.7% a rocas, 3.3% a un árbol y 30% sin nodriza. En La Tigra la distribución de frecuencias de asociación con piedras o plantas no cambió significativamente (α^2=7.039; gl=4; p=0.134) con el tamaño de las plantas y en los tres intervalos analizados las plantas sin nodriza fueron las de mayor abundancia, 60% para la clase < 10cm y 50% para las otras dos clases. Para el caso de Pitzotlan y Los Sauces donde los porcentajes mayores de nodrizaje fue con rocas (59% y 95% respectivamente) se coincide con Muro *et al.,* (2009) en la importancia que tienen las rocas como nodrizas.

Conclusiones

La relación de *B. bipinnata* creciendo con la protección de una especie vegetal o de una roca es es variable entre sitios estudiados. Es necesario ampliar los estudios para identificar si existe una relación específica entre *B. bipinnata* y algunas especies vegetales.

Literatura citada

Muro, G., U. Romero, J. Flores y J. Sánchez. 2009. Algunos aspectos sobre el nodrizaje en *Astrophytum myriostigma* LEM. (1839) (Cactae: Cactaceae), en la Sierra el Sarnoso, Durango, México. Bol. Nakari, 20(3): 43-48.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AHUAUTLE (*Corisella spp*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

David Delgado-Viveros; Emma Estrada Martínez

Universidad Autónoma Chapingo

ddelgadov@chapingo.mx

Introducción

El intento de construcción de lo que sería el Nuevo Aeropuerto Para La Ciudad de México destruyó alrededor de 300 cerros y afectó la estructura productiva del ex Lago de Texcoco. El decreto del presidente para detener este megaproyecto favoreció crear el Área Natural Protegida Lago de Texcoco que permitió se recuperaran prácticas productivas como el caso de la producción de ahuautle (*Corisella spp*). La producción del alga espirulina (*Arthrospira sp*) también caracteriza a esta zona (Delgado, 2015; Ortiz, 2015; CONANP, 2021.) y se desarrolla en condiciones de invernadero por algunos productores interesados en garantizar la pureza de la especie. En uno de los invernaderos es posible lograr la producción de ahuautle, obteniendo la salinidad necesaria por medio de colocar costales de tequesquite en los estanques, y manejar dos propuestas, con pasto salado y con casuarina, elementos necesarios para que el adulto de este organismo ovoposita (CONAHCYT, 2024). El objetivo de la investigación fue determinar las condiciones adecuadas para producir ahuautle en condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

Se emplearon 4 estanques de 3 metros de ancho por 25 metros de largo y medio metro de profundidad, los cuales se forraron con hule de invernadero para evitar que el agua se infiltre en el terreno, se llenaron con agua de pozo. En uno de los estanques se colocaron 5 costales de tequesquite de 40 kg y se colocaron manojos de pasto amarrados a una línea de manguera de media pulgada. En otro estanque se pusieron ramas de casuarina amarradas a una línea de manguera. Dos estanques se manejaron con dos costales de tequesquite, uno con pasto salado y otro con casuarina. En cada estanque se manejaron 3 líneas de manguera. La temperatura media en los estanques se movía de 22 a 28° C ambientalmente. El ahuautle producido se pesó en una balanza granataria

Resultados y discusión

La producción de ahuautle fue mayor cuando se usó casuarina (Cuadro 1), el pH en los estanques fue de 9.5 con 5 bultos de tequesquite y con 2 bultos fue de 5.6.

Cuadro 1. Producción de ahuautle con dos medios de ovoposición.

Tratamiento	Producción de Ahuautle (g)
Ramas de Casuarina con 5 bultos de tequesquite	38
Rama de casuarina con 2 bultos de tequesquite	NA
Manojo de pasto salado con 5 bultos	90
Manojo de pasto con 2 bultos	NA

NA= No Aplica

Hubo un ataque de hormiga al poner a secar las muestras de pasto o casuarina conteniendo ahuautle. Sin embargo, visualmente en la Figura 1 con 5 costales de tequesquite, se aprecia la diferencia de pasto y casuarina en el llenado de huevecillo (ahuautle). Se observa que a menor salinidad hubo menor cantidad de ahuautle.

Figura 1. En la imagen izquierda se aprecia la densidad de huevecillo por rama de casuarina, en contraste con el pasto salado que presenta mayor densidad de ahuautle.

Conclusiones

Producir ahuautle en condiciones de invernadero provee la oportunidad de tener este alimento en agua de pozo. El pH de 9 favorece la producción más que el de 5. Para el secado del ahuautle y evitar ataque de hormigas se deben utilizar mesas aproximadamente a un metro de altura del piso y con patas lisas para evitar que suban.

Literatura citada

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP] (2021). Estudio Previo Justificativo para la declaratoria del Área de Protección de Recursos Naturales Lago de Texcoco. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. https://www.conanp.gob.mx/pdf/separata/EPJ-APRN LagodeTexcoco.pdf

CONAHCYT. (2024). *Proyecto de Aprovechamiento y Manejo Ambiental del Lago de Texcoco. Informe Final*. CONACHYT, México. 89 pp.

Delgado, V. D. (2015). *Impactos en el Tejido Social y el Medio Natural de la región Atenco-Texcoco: Repercusiones del NAICM*. Artículos y Ensayos de Sociología Rural (19): 24-34.

Ortiz, S.C.; M. del C. Gutiérrez. (2015). *El nuevo aeropuerto de la Ciudad de México. Las limitaciones del ex Lago de Texcoco*. Artículos y Ensayos (19): 11-23

Capítulo 3. Biotecnología Agrícola

OPTIMIZACIÓN DEL CRECIMIENTO IN VITRO DE *Zantedeschia aethiopica* MEDIANTE EL USO DE BIORREACTORES COMO ESTRATEGIA DE PROPAGACIÓN EN LABORATORIO

Flor Vianney Martínez-Pimentel *; José Luis, Rodríguez-de la O.**

Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia.

martinezflorvianney@gmail.com

Introducción

Zantedeschia aethiopica conocida como alcatraz o cala es una de las especies más cotizadas por su versatilidad y alto valor comercial en la industria florícola. Su demanda en jardinería y exportación convierte su producción en recurso económico relevante (Martínez, 2022). Sin embargo, los métodos tradicionales de propagación presentan limitaciones importantes, como la baja tasa de multiplicación, la susceptibilidad de los patógenos y la variabilidad en la calidad del material vegetal (Martínez, 2022). Ante estas problemáticas, se han incorporado nuevas estrategias en la agricultura, como la propagación *in vitro*, como herramienta para obtener plantas homogéneas y libres de patógenos, lo que permite acelerar los procesos de multiplicación y garantiza la calidad del material vegetal. Dentro de estas tecnologías, el uso de biorreactores destaca en el cultivo *in vitro* de diversas especies, ya que permite una mayor disponibilidad de nutrientes, reduce los tiempos de crecimiento y evita la acumulación de gases perjudiciales como el etileno mejorando la oxigenación de los tejidos (Ortíz-Mena *et al*., 2023). El presente estudio tuvo como objetivo optimizar un protocolo para el establecimiento y la multiplicación masiva de alcatraz blanco para la conservación del germoplasma y la mejora de la producción ornamental.

Materiales y método

La planta utilizada en este estudio fue un alcatraz blanco o criollo (*Zantedeschia aethiopica* L.). Los brotes se establecieron en un medio basal MS al 100 % de sales minerales, suplementado con 100 mg L^{-1} de inositol, 0.40 mg L^{-1} de tiamina, 3 % de sacarosa, 60 mg L^{-1} de L cisteína y 100 mg L^{-1} de ácido glutámico. Como agente gelificante se usó 5.2 g L^{-1} de agar. El pH del medio se ajustó a 5.7. Los medios preparados se esterilizaron en autoclave a 120 °C durante 20 minutos.

Se diseñaron dos biorreactores integrados por dos frascos cada uno los cuales fueron sellados y comunicados con mangueras de silicona además de filtros de jeringa de nylon. Se le adicionó un regulador de crecimiento (TDZ) a una concentración de 1.0 mg L^{-1}. Debido a que el TDZ es un compuesto termolábil, se incorporó al medio por filtración estéril, utilizando una jeringa conectada a un filtro Milipore de 20 µm para evitar su degradación térmica. De manera paralela, se estableció un tratamiento control al cual no se le agregó ningún regulador de crecimiento.

Resultados y discusión.

Después del establecimiento de los brotes de *Zantedeschia aethiopica* en el sistema de cultivo correspondiente, se evaluó el crecimiento a los 20 días posteriores a la siembra. Con el propósito de determinar diferencias significativas entre los tratamientos, se efectuó un análisis estadístico comparativo por medio de la prueba t de Student pareado. Los resultados evidenciaron que los brotes cultivados en el biorreactor de inmersión temporal mostraron un incremento notable en su crecimiento, alcanzando aproximadamente el doble de longitud en comparación con los brotes mantenidos en cultivo convencional por lo que la prueba estadística encontró un incremento significativo en la longitud de las plantas después del cultivo tanto en medio sólido ($t = –4.45$; $gl = 5$; $p = 0.0067$) como en medio líquido ($t = –3.57$; $gl = 5$; $p = 0.0160$). De manera que se logró optimizar un sistema de propagación por medio de los biorreactores de inmersión temporal (BIT)

lo que permitió tener un mayor aprovechamiento de nutrientes y reguladores de crecimiento (Chávez y Rodríguez, 2022).

Conclusión

En conjunto, los resultados demuestran que el biorreactor no solo optimiza la velocidad de crecimiento, sino que también proporciona un entorno más estable y reproducible posicionándose como una alternativa de gran valor para la producción comercial de alcatraz, la conservación de germoplasma y el fortalecimiento de programas de mejoramiento o domesticación de esta especie. Este proyecto aporta evidencia sólida de que la transición hacia sistemas automatizados o semiautomatizados puede incrementar la eficiencia de la micropropagación y disminuir costos operativos a mediano plazo, abriendo la puerta a nuevas aplicaciones y a una producción más sostenible

Referencias

Chávez-Ortiz, L. I., y Rodríguez-Ortega, M. E. (2022). *Propagación de plantas en biorreactores de inmersión temporal*. En J.F. Morales Domínguez (Coord.), *Algunas aplicaciones biotecnológicas en plantas y microalgas* (pp. 65–74). Universidad Autónoma de Aguascalientes. https://libros.uaa.mx/uaa/catalog/download/157/147/2622?inline=1

Martínez-Hernández, A. (2022). Propagación in vitro de nuevas variedades de alcatraz (Zantedeschia aethiopica L. Spreng). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/123456789/14

Ortíz-Mena, M., Gutiérrez-Mora, A., Vega-Ramos, K., Rodríguez-Domínguez, J. y Tapia-Campos, E. (2023). Micropropagación de *Agave spp.* mediante proliferación de yemas axilares en sistemas de inmersión temporal. En R.M. Camacho Ruíz, A. Gutiérrez Mora y A.C. Gschaedler Mathis. (Eds.) *Los agaves y sus derivados: tendencias científicas, uso sostenible y patrimonio* (pp.53-67) Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_655cfa87094a5.pdf

PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE *Hibiscus sabdariffa* L. VAR. "ALMA BLANCA"

José Ramiro Hernández-López, José Luis Rodríguez-de la O, Berenice Guerrero-García, Margarita Gisela Peña-Ortega

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo

Introducción

La jamaica es una especie tropical ampliamente cultivada por el valor económico de sus cálices, los cuales contienen compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y antioxidantes utilizados en bebidas, colorantes naturales y productos funcionales. En México, su producción representa una fuente importante de ingreso en sistemas agrícolas regionales, particularmente en el sur del país. El fortalecimiento del cultivo requiere material vegetal de calidad y protocolos técnicos que permitan establecer plantas con desarrollo vigoroso y características agronómicas consistentes. La variedad "Alma Blanca" posee interés comercial por su perfil sensorial y potencial industrial, pero aún existe limitada información sobre su comportamiento morfogénico bajo condiciones de cultivo controlado. El cultivo de tejidos vegetales permite regular la respuesta fisiológica mediante el uso de fitohormonas, facilitando procesos de organogénesis y desdiferenciación celular que pueden emplearse para propagación eficiente y conservación de germoplasma élite. La importancia del estudio radica en fortalecer el manejo técnico del cultivo de jamaica mediante herramientas biotecnológicas que permitan disponer de material vegetal de alta calidad para programas productivos y de mejoramiento.

Objetivos

- Establecer un protocolo eficiente de cultivo *in vitro* para *Hibiscus sabdariffa* L. var. "Alma Blanca".
- Optimizar el establecimiento aséptico del cultivo desde semilla.
- Incrementar la multiplicación vegetativa mediante proliferación de brotes.
- Inducir callogénesis como fase previa para procesos de regeneración avanzada.
- Generar una base experimental para la futura producción de embriones somáticos.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo bajo condiciones asépticas, empleando el medio de cultivo Murashige y Skoog como base, suplementado con diferentes reguladores de crecimiento vegetal para inducir respuestas morfogénicas específicas. El desarrollo experimental se organizó de manera secuencial, iniciando con la germinación *in vitro* de semillas previamente desinfectadas, con el objetivo de obtener plántulas jóvenes sanas que sirvieran como fuente de explantes. Posteriormente, se evaluó la proliferación de brotes mediante la aplicación de combinaciones específicas de citocininas, principalmente 6-bencilaminopurina (BAP), y auxinas como el ácido indolacético (AIA), con la finalidad de estimular la multiplicación vegetativa. Finalmente, se indujo la formación de callo a partir de tejido foliar, lo que permitió analizar la capacidad de desdiferenciación celular y la competencia morfogénica del material vegetal. Los datos obtenidos en cada fase experimental fueron sometidos a análisis estadístico mediante un análisis de varianza (ANOVA), previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Las diferencias significativas entre tratamientos se determinaron utilizando la prueba de comparación múltiple de Tukey, considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$. Los resultados se expresaron como valores promedio acompañados de su respectivo error estándar.

Resultados y discusión

La germinación *in vitro* inició entre el tercer y cuarto día después de la siembra, alcanzando porcentajes superiores al 85 % y valores cercanos al 90 % en los tratamientos suplementados

con giberelinas y citocininas, lo que favoreció el desarrollo uniforme de plántulas vigorosas. Durante la fase de proliferación, el tratamiento con BAP en baja concentración combinado con AIA promovió el mayor número de brotes y una adecuada elongación apical. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$), evidenciando la influencia directa del balance auxina–citocinina sobre la organogénesis y la capacidad de multiplicación vegetativa. La callogénesis se presentó entre 10 y 15 días posteriores al establecimiento, generando callos friables y de crecimiento activo. Se observó que los tratamientos más eficientes para la inducción y desarrollo de callo correspondieron al uso de explantes foliares colocados en posición adaxial normal y bajo condiciones de iluminación, donde se registró mayor porcentaje de formación y mayor vigor del tejido calloso. Estas condiciones favorecieron la desdiferenciación celular y evidenciaron una respuesta morfogénica más estable del material vegetal. En conjunto, los resultados confirman que el control del balance hormonal, junto con factores físicos como la orientación del explante y la presencia de luz, permite dirigir el desarrollo fisiológico de *Hibiscus sabdariffa*, estableciendo una ruta experimental sólida para avanzar hacia la inducción de embriogénesis somática como estrategia de regeneración eficiente y fortalecimiento del cultivo.

Conclusión

El protocolo de cultivo *in vitro* desarrollado para *Hibiscus sabdariffa* var. “Alma Blanca” permitió una germinación eficiente, multiplicación de brotes y formación de callo viable bajo condiciones controladas. Las diferencias estadísticas entre tratamientos hormonales confirman la importancia del balance auxina–citocinina en la respuesta morfogénica. Este sistema constituye una base técnica confiable para la propagación del cultivo y establece las condiciones iniciales necesarias para futuros estudios orientados a la inducción de embriones somáticos y regeneración avanzada de la especie.

Literatura citada

Ariza-Flores, R. et al. (2014). Caracterización de variedades mexicanas de *Hibiscus sabdariffa* L. Revista Fitotecnia Mexicana.

George, E. F., Hall, M. A. & De Klerk, G. J. (2008). *Plant Propagation by Tissue Culture*. Springer.

Hinojosa-Gómez, J. et al. (2022). Evaluación agronómica de cultivares de jamaica en México. Agrociencia.

CULTIVO *IN VITRO* DE ESTAMINODIOS DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.)

Eliud Rodríguez-Olivera*; José Oscar Mascorro-Gallardo; Alejandro Facundo Barrientos-Priego; José Luis Rodríguez-de la O.

Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México.

*eldolivera7@gmail.com

Introducción

El mejoramiento del aguacate está restringido por su largo ciclo reproductivo y su biología floral, lo que impide la fijación de caracteres. La biotecnología ofrece la embriogénesis somática como vía de clonación; sin embargo, ésta depende mayoritariamente de embriones cigóticos que no preservan el genotipo materno (Pliego-Alfaro *et al*., 2024). La propagación mediante tejidos adultos enfrenta una severa recalcitrancia, manifestada por oxidación fenólica letal (Pliego-Alfaro *et al*., 2024). Ante esto, los estaminodios (órgano floral estéril derivado ontogénicamente de un estambre que ha perdido su función de producción de polen), emergen como una alternativa, como se ha validado en cacao. El presente estudio evalúa factores determinantes en el cultivo *in vitro* de estaminodios de aguacate, con el fin de superar las barreras de cultivo *in vitro* por la ruta embriogénica, que a su vez servirán de base para futuros programas de mejoramiento biotecnológicos.

Materiales y métodos

Se utilizaron botones florales (4-5 mm) de aguacate 'Criollo' pretratados en campo con Fungimycin 100 (1.5 g L^{-1}) por 15 días. La desinfección incluyó lavado con detergente, inmersión en solución fungicida-antioxidante [Fungimycin 100 y Tecto 60 (1.5 g L-1 c/u) + ácido cítrico (150 mg L^{-1}) y ácido ascórbico (100 mg L^{-1})] por una hora, etanol al 70 % (30 s) e hipoclorito de sodio al 1 % (20 min). Se estableció un diseño completamente al azar con arreglo factorial, evaluando: 1) Medio (DKW vs. WPM); 2) Carbohidrato (Sacarosa vs. Glucosa); 3) Antioxidante (PVP vs. Complejo PVP + Cisteína + $AgNO_3$); y 4) Reguladores, comparando un testigo frente a tres combinaciones de 2,4-D con 2iP. Producto de la interacción de estos factores se obtuvieron 32 tratamientos con 6 repeticiones. Se evaluó el porcentaje de tejido no necrosado y respuesta morfogénica en los explantes. Se realizó un ANOVA y comparación de medias (Tukey, α=0.05) con SAS®.

Resultados y discusión

El análisis de varianza reveló que el medio de cultivo tuvo un efecto altamente significativo sobre el necrosamiento (Cuadro 1). Esto puede deberse a que los medios con menor carga iónica (como WPM) mitigan el estrés osmótico (Pliego-Alfaro *et al*., 2024).

Cuadro 1.- Efecto de factores sobre el porcentaje no necrosado de estaminodios a los 28 días.

Factor	% No necrosado	
Medio basal		
DKW	8.23	b
WPM	23.49	a
Reguladores		
Sin reguladores	14.38	ab
2,4-D (1.0 mg L-1) + 2iP (0.005 mg L-1)	27.60	a
2,4-D (2.0 mg L-1) + 2iP (0.005 mg L-1)	13.65	ab
2,4-D (0.5 mg L-1) + 2iP (2.0 mg L-1)	7.81	b

Medias con letras distintas indican diferencia significativa (Tukey, α=0.05).

Los reguladores afectaron también en la oxidación del material (Cuadro 1). 2,4-D (1.0 mg L^{-1}) con 2iP (0.005 mg L^{-1}) mostró el mayor porcentaje de tejido no necrosado (27.6 %). En el caso de la respuesta morfogénica, los reguladores no tuvieron efecto directo, pero sí en interacción con otros factores, siendo los tratamientos con la combinación hormonal de 2,4-D (1.0 mg L^{-1}) + 2iP (0.005 mg L^{-1}) los superiores.

La formación de callo (Figura 1) se observó a partir del día 14 de cultivo, sin embargo, no se detectaron estructuras embriogénicas tras resiembras cada 28 días y 150 días de cultivo. Este comportamiento contrasta con lo reportado por Iracheta-Donjuan *et al*. (2019), quienes lograron inducir embriogénesis somática en estaminodios de cacao a los 63 días utilizando 2,4-D (1.0 mg L^{-1}) y 2iP (0.005 mg L^{-1}). La ausencia de diferenciación celular sugiere que el necrosamiento actuó como una barrera fisiológica que bloqueó la reprogramación celular, o bien el material requiere más tiempo para diferenciarse, considerando que en ciertos genotipos de cacao la diferenciación puede tardar de 120 hasta 210 días. Cabe señalar que la embriogénesis somática en aguacate ha sido descrita como un proceso altamente dependiente del genotipo y frecuentemente limitado por baja eficiencia y dificultades en la conversión a planta (Pliego-Alfaro *et al*., 2024).

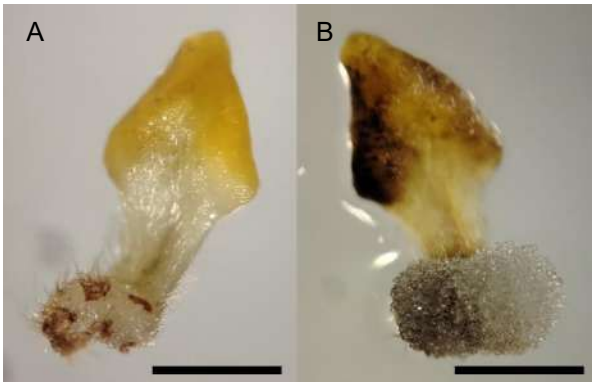


Figura 1. Callo en estaminodio de aguacate. A) Condición inicial de estaminodio. B) Formación de callo en la base de estaminodio a los 28 días. La barra negra representa 1 mm.

Conclusiones

El medio WPM propició un mayor porcentaje de tejido no necrosado, al menos en etapas iniciales, en comparación con el medio DKW. La combinación de WPM, Glucosa y 2,4-D (1.0 mg L^{-1}) con 2iP (0.005 mg L^{-1}) constituyó el mejor tratamiento, al permitir mayores porcentajes de tejido no necrosado y generando mayores respuestas morfogénicas al interactuar con otros factores. Sin embargo, no se logró la diferenciación embriogénica a los 150 días. Estos resultados sugieren que, aunque el estaminodio conserva capacidad callogénica, es necesario evaluar más tratamientos y factores como hormonas e inductores de la diferenciación celular.

Literatura citada

Iracheta-Donjuan, L., Cruz-López, L. A., López-Gómez, P., Avendaño-Arrazate, C. H., & Ortíz-Curiel, S. (2019). 2iP y brasinosteroides promueven la inducción de la embriogénesis somática en *Theobroma cacao* L. *Agroproductividad*, *12*(5), 23–29. https://doi.org/10.32854/agrop.v12i5.1340

Pliego-Alfaro, F., Hormaza, J. I., Pliego, C., Folgado, R., Barceló-Muñoz, A., López-Gómez, R., Mercado, J. A., Narváez, I., Palomo-Ríos, E., & Litz, R. E. (2024). Biotechnology. En D. Carrillo, B. Schaffer, A. W. Whiley, & B. N. Wolstenholme (Eds.), *The avocado: Botany, production and uses* (3.ª ed., pp. 319–354). CABI. https://doi.org/10.1079/9781800621824.0010

GENERACIÓN DE HÍBRIDOS CLONALES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. *ex horm.*)

Benjamín Martínez-Nuñez[1*]; Aureliano Peña-Lomelí[2]; José Luis Rodríguez-De la O[2]; Natanael Magaña Lira[2]

[1]Estudiante de Doctorado en Ciencias en Horticultura, [2]Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo

[*]agrobmn@gmail.com

Introducción

El género *Physalis* tiene gran importancia cultural y económica en México. Ha estado presente en la dieta mexicana desde la época precolombina hasta la actualidad. Se consume principalmente fresco, aunque también se industrializa, tanto para el mercado nacional como para la exportación (Peña, *et al*., 2018). El tomatillo es una planta alógama obligada que presenta autoincompatibilidad gametofítica, que se da por dos loci independientes con múltiples alelos. El polen es incompatible cuando uno o más alelos están presentes en el estilo. Durante la polinización y la fecundación, el polen generalmente no germina, y si lo hace, el tubo polínico no puede penetrar al estigma lo cual es una limitación para obtener líneas endogámicas, y por consiguiente para generar híbridos. El mejoramiento genético por hibridación interpoblacional es promisorio, ya que se han obtenido altos valores de heterosis intra e intervarietales (Luna, 2024). Sin embargo, producir la semilla híbrida requiere la propagación y mantenimiento de los progenitores subsecuentemente. Una forma para mantenerlos y evitar la pérdida de la identidad varietal es mediante el cultivo *in vitro* donde el uso de ápices de tallos ha sido exitoso al permitir el óptimo desarrollo y crecimiento de plantas (Luna, *et al*., 2022). Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la respuesta al establecimiento y multiplicación de cinco variedades de tomate verde al cultivo *in vitro* en cinco diferentes medios, medir el enraizamiento en otros siete medios de cultivo, lograr la aclimatación de clones y realizar hibridación clonal para estudiar los componentes del rendimiento.

Materiales y métodos

El trabajo consistió en dos etapas, la primera se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Departamento de Fitotecnia y, la segunda en los invernaderos del Campo Agrícola Experimental, ambas unidades de la Universidad Autónoma Chapingo. En la primera se realizó el establecimiento, multiplicación y enraizamiento del cultivo *in vitro* usando ápices de plantas de familias con alto grado de endogamia. Para el establecimiento y multiplicación se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DECA) con cuatro repeticiones y cinco tratamientos; para el enraizamiento se utilizó un DECA con cuatro repeticiones y siete tratamientos. Para ambos diseños la unidad experimental fue de cuatro explantes por frasco. En la segunda etapa, los clones se trasladaron a un invernadero para su aclimatación en un túnel de plástico con humedad relativa constante, después, se trasplantaron a macetas regadas con solución nutritiva de Steiner al 100 % para su desarrollo fenológico y poder realizar cruzas manuales bajo un diseño dialélico.

Resultados y discusión

La organogénesis se obtuvo en todos los tratamientos permitiendo la formación de brotes y/o raíces, lo que permitió el establecimiento y multiplicación de las 5 variedades. El Tratamiento 5 presentó el mayor número de hojas y tallos o brotes por explante en relación con los demás, entre los cuales no hubo diferencias significativas para dichas variables. Por su parte los tratamientos 1 y 2 produjeron una mayor altura de planta y un mayor crecimiento de raíces (Cuadro 1). Se observaron diferentes respuestas para las variables evaluadas en cinco variedades de tomate

verde y cinco medios de cultivo, las cuales estuvieron en función del genotipo. Estos resultados coinciden con Luna, *et al*. (2022), quienes encontraron diferencias significativas para las variables número de hojas, número de raíces y longitud de raíces en un mismo medio de cultivo.

Cuadro 1. Comparación de medias de altura de planta, número de hojas, tallos, y longitud de raíces de plantas de tomate de cáscara *in vitro*.

Tratamiento	Variables de respuesta			
	Altura de planta (cm)	Número de hojas	Número de tallos	Longitud de raíces
T1	4.60 a*	7.98 b	2.03 b	2.93 a
T2	4.11 a	8.51 b	1.93 b	3.15 a
T3	2.46 b	6.43 b	1.65 b	1.50 b
T4	2.31 b	7.49 b	1.86 b	1.15 bc
T5	2.99 b	24.29 a	3.12 a	0.14 c
DMSH	1.04	2.67	0.39	1.21

DMSH = diferencia mínima significativa honesta. *Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$).

En cuanto al enraizamiento, el sistema radicular de las plantas se desarrolló en mayor o menor medida dependiendo de la variedad. Estos resultados también coinciden con lo reportado por Luna, *et al*. (2022), quienes evaluaron 8 familias clonales de 3 variedades diferentes. Después que obtuvo enraizamiento las plantas se aclimataron y trasplantaron a macetas en invernadero, donde se continuó con su desarrollo fenológico hasta poder realizar las cruzas y obtener semillas.

Conclusiones

Se realizaron con éxito las etapas de establecimiento y multiplicación *in* vitro, en todas las variedades evaluadas donde la organogénesis permitió la formación de brotes y/o raíces. La respuesta al cultivo *in vitro* de las variedades dependió del genotipo. El desarrollo de los clones obtenidos *in vitro* fue normal en invernadero, donde se logró realizar cruzas y la producción de semilla.

Literatura citada

Luna-Vicente, H., Peña-Lomelí, A., Magaña-Lira, N., Rodríguez-De la O, J. L., & Martínez-Solís, J. (2022). *In vitro* propagation of select tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) plant families. Revista Chapingo Serie Horticultura, 28(1), 35-49. doi: https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2021.03.004

Peña-Lomelí, A., Magaña-Lira, N., Gámez-Torres, A., Mendoza-Celino, F. Á., & Pérez-Grajales, M. (2018). Manual pollination in two tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) varieties under greenhouse conditions. Revista Chapingo Serie Horticultura, 24(1), 41-52. https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.02.011

Luna-Vicente, H. (2024). Compatibilidad de cruzas y heterosis entre familias de hermanos completos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). Tesis de Doctorado en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo.

FORMACIÓN DE CALLO EN HOJAS Y EVALUACIÓN MEDIANTE IMAGEJ EN PAPAYA (*Carica papaya* L.)

César Daniel Ibarra-Meléndez; José Oscar Mascorro-Gallardo; Alejandro Facundo Barrientos-Priego; José Luis Rodríguez-de la O; Elsa Ventura-Zapata

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

*al23610144@chapingo.mx

Introducción

La papaya (*Carica papaya* L.) es una especie ampliamente cultivada por su valor nutricional y sus aplicaciones en la industria. En 2024 México exportó un total de 206 mil toneladas de papaya con un valor de 133 millones 950 mil dólares (FAO, 2024). El cambio climático y la aparición de plagas y enfermedades más resistentes afectan su cultivo. A través de la ingeniería genética ha sido posible obtener variedades mejor adaptadas como SunUp y Rainbow las cuales son resistentes al virus de la mancha anular de la papaya (PRSV por sus siglas en inglés). La embriogénesis somática es el método principal de regeneración de las plantas transformadas de papaya, sin embargo esta técnica representa un importante desafío ya que puede generar una alta variación somaclonal a nivel de ploidía de entre un 12 y 14 % (Abreu *et al.*, 2014), lo que dificulta la producción de plantas transgénicas con características altamente similares al genotipo original. Por lo que la implementación de técnicas de regeneración de plantas transformadas de papaya a partir de organogénesis *de-novo* de variedades comerciales resulta crucial para el desarrollo de nuevos materiales modificados genéticamente. Por lo que el objetivo de esta investigación buscó establecer una técnica de generación de callo a partir de hojas de papaya de plantas germinadas *in vitro* de la variedad Maradol.

Materiales y métodos

La germinación *in vitro* se realizó a partir de embriones de semillas sin sarcotesta, los cuales se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% p/v por 20 min seguidos de 5 lavados con agua destilada estéril. Los embriones fueron extraídos condiciones estériles y germinados en medio MS con sales al 50 %, vitaminas al 100 %, L-glutamina (400 mg L^{-1}), sacarosa (30 g L^{-1}), carbón activado (2.5 g L^{-1}) y agar (6.5 g L^{-1}), en frascos de vidrio de 460 ml con tapa, con 50 ml de medio y 8 embriones por frasco, los cuales fueron colocados en oscuridad por 7 días y posteriormente transferidos a cámara de cultivo con luz LED blanca con un fotoperiodo de 16 horas luz y 8 oscuridad por 10 semanas hasta su uso. La inducción de callo se realizó a partir de las hojas superiores de las plantas germinadas a las cuales se les retiraron los lóbulos de las hojas para dejar un explante de entre 150 y 200 mm^2. Las hojas fueron cultivadas en cajas Petri de poliestireno de 60 x 15 mm. Se usaron dos medios de inducción de callo: medio MS al 100 % de su concentración, adicionado con ANA (0.05 mg L^{-1}) y BAP (0.5 mg L^{-1}) y medio Gamborg B5 (GB) adicionado con caseína hidrolizada (2 mg/l), 2,4-D (2 mg L^{-1}), ANA (0.5 mg/l), AIA (0.5 mg L^{-1}), y KIN (0.2 mg L^{-1}) (Saleem *et al.*, 2024). A ambos medios se les ajustó el pH a 5.8 y se solidificaron con agar (7.5 g L^{-1}). Se consideró como unidad experimental a una caja conteniendo 5 hojas y se realizaron 5 repeticiones por tratamiento. Se evaluó como variable de respuesta la formación de callo por explante y se estimó el porcentaje del área de callo por hoja con respuesta a partir del análisis de su imagen usando el software ImageJ. La asociación de la formación de callo y el tratamiento se realizó a partir de una prueba de Chi-cuadrada de Pearson, mientras que la estimación de las probabilidades de formación de callo se hizo a partir de un modelo binomial. Para estimar el efecto del tratamiento sobre el área con callo se realizó la transformación de datos mediante raíz cuadrada del porcentaje de área con callo para ajustar los resultados a una distribución normal y se realizó un análisis ANOVA con comparación de medias Tukey $P<0.05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el software de Rstudio versión 2026.01.0+392.

Resultados y discusión

La mayor formación de callo se obtuvo con el tratamiento GB con una inducción promedio del 88 % en comparación con la obtenida en el tratamiento MS la cuál fue sólo del 20 %. La prueba de Chi-cuadrada de Pearson mostró una asociación significativa entre el tratamiento y la formación de callo ($p < 0.001$), mientras que las probabilidades estimadas a partir del modelo binomial indicaron una mayor formación de callo en el tratamiento GB (0.88; IC 95 %: 0.687-0.961) en comparación con MS (0.20; IC 95 %: 0.086-0.400). La obtención de callo con GB es congruente con la literatura ya que con este tratamiento se han obtenido respuestas en la variedad Sindhi, de origen pakistaní de entre 66.00 y 86.66 % en hojas provenientes de germinación *in vitro* y *ex vitro,* respectivamente (Saleem *et al*., 2024). Sin embargo la formación de callo con el medio MS obtenida en este trabajo fue considerablemente menor a lo publicado previamente (entre 53 y 80 %), lo cual pudo deberse a la variedad evaluada, ya que esta especie presenta una fuerte influencia del genotipo en el cultivo *in vitro* (Mumo *et al*., 2013). En cuanto al porcentaje de callo respecto al área total del explante el análisis ANOVA mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.001$), con una mayor formación de callo en las hojas del tratamiento GB con un área de 35.9 % de callo por explante en comparación con el 1.82 % del tratamiento MS.

Figura 1. Hojas de papaya sin callo (medio MS)

Figura 2. Hojas de papaya con callo (medio GB)

Tabla 1. Formación de callo y área con callo en tratamientos GB y MS

Tratamiento	*Formación de callo (%)*	*Area con callo (%)*
GB	88.00±12.00	35.90±4.33 a
MS	20.00±15.50	1.82±1.31 b

Los datos representan la media ± el error estándar (n = 25) de 5 repeticiones.

Conclusiones

El presente trabajo muestra un claro efecto del GB en una mayor formación de callo por explante, así como en la obtención de una mayor área de formación de callo. Estos resultados son relevantes ya que son considerados el punto de partida para el desarrollo de nuevos métodos de regeneración de plantas mediante la técnica de organogénesis *de-novo* que pueda ser usada para la obtención de plantas de papaya genéticamente modificadas.

Literatura citada

Abreu, I. S., Carvalho, C. R., & Clarindo, W. R. (2014). Massal induction of *Carica papaya* L. golden somatic embryos and somaclone screening by flow cytometry and cytogenetic analysis. *Cytologia*, *79*(4), 475–484. https://doi.org/10.1508/cytologia.79.475

FAO. (2024). *Produccion mundial de papaya*. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Mumo, N. N., Rimberia, K., Mamati, G. E., & Kihurani, A. W. (2013). *In vitro* regeneration of selected Kenyan papaya (*Carica papaya* L.) lines through shoot tip culture. *African Journal of Biotechnology Full*, *12*(49), 6826–6832. https://doi.org/10.5897/AJB2013.12902

Saleem, A., Ali, Z., & Naseem, S. (2024). Optimization process for *de-novo* organogenesis and regeneration of transgenic papaya plants using leaf tissue as explants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, *157*(2). https://doi.org/10.1007/s11240-024-02728-2

MODELADO BIOFÍSICO DEL EFECTO DE TASA DE DOSIS EN LA RADIOSENSIBILIDAD DE AGAVE

Romero Rodríguez David

División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.

dromero4824@gmail.com

Introducción

El género *Agave*, de gran valor económico y complejidad genómica, se adapta a ambientes secos. En el fitomejoramiento por mutagénesis, la respuesta biológica depende crucialmente de la tasa de dosis, no solo de la dosis total (Hall & Gianccia, 2018). Experimentalmente, una dosis aguda de 90 Gy es letal, pero la misma dosis crónica permite la supervivencia y regeneración. Este efecto de la tasa de dosis se atribuye a una reparación de ADN más eficiente a tasas bajas, evitando la saturación de las rutas de reparación de roturas de doble cadena (DSB) (Atteh & Adeyeye, 2022). Ante la falta de un marco cuantitativo, este estudio aplicó el modelo cinético LPL (Letal y Potencialmente Letal) para describir la cinética daño-reparación y predecir la respuesta bajo diferentes regímenes de irradiación desarrollado originalmente por Curtis (1986).

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Se caracterizaron dos sistemas de irradiación con dinámicas temporales contrastantes: el irradiador panorámico de ^{60}Co Gammacell 220, que proporciona una geometría cilíndrica de exposición con fotones gamma (1.17 y $1.33\ \mathrm{MeV}$), y el acelerador lineal Transelectron, capaz de entregar dosis agudas de electrones en intervalos de pocos segundos. La dosimetría se definió para alcanzar una dosis nominal de 90 Gy. El diseño experimental empleó el modelo cinético LPL para clasificar las lesiones del ADN en letales (ϵ), irreparables por ionización densa, y potencialmente letales (π), reparables o convertibles a letales (Curtis, 1986). La evolución del daño se modeló con Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (ODE). Se usó una tasa de reparación de primer orden, con un tiempo medio de dos horas (λ), y coeficientes de inducción (α) validados para tejidos vegetales en fase estacionaria (Hall & Giaccia, 2018). El Factor de Eficacia de la Tasa de Dosis (DREF) fue la métrica de comparación entre los equipos de irradiación.

Resultados y discusión

La aplicación del modelo LPL permitió derivar las ecuaciones de estado que rigen la dinámica genómica del *Agave*. Los resultados obtenidos mediante la resolución de las ODE muestran que la tasa de inducción de lesiones potencialmente letales es directamente proporcional a la tasa de dosis $\dot{D}(t)$:

$$\frac{dPL(t)}{dt} = \eta_{PL}\dot{D}(t) - \lambda PL(t) - \epsilon PL(t)^2 \quad (1)$$

Por otro lado, la acumulación de lesiones letales (L) se define como:

$$\frac{dL(t)}{dt} = \eta_L\dot{D}(t) + \epsilon PL(t)^2 \quad (2)$$

Ecuaciones (1) y (2): Diferenciales de Estado del Modelo LPL (Lethal and Potentially Lethal)

El modelo replicó con precisión la dicotomía observada en la experimentación. En la irradiación aguda (Transelectron), la alta densidad temporal de ionización provoca una acumulación de lesiones PL que supera la capacidad de reparación (λ), resultando en una fijación masiva de

daños letales por interacción binaria ($\epsilon_2 PL^2$). En contraste, la baja tasa de dosis en el Gammacell 220 permite que la reparación sea el proceso dominante, manteniendo la densidad de lesiones por debajo del umbral de saturación como se muestra en la figura 1 (Curtis, 1986). Estos hallazgos coinciden con el postulado de Hall y Giaccia (2018) sobre el efecto de la tasa de dosis: al prolongar el tiempo de exposición, se permite la reparación del daño subletal, lo que se traduce en un aumento del DREF. Este mecanismo es fundamental para la fijación de mutaciones estables y viables, permitiendo que el organismo sobreviva al estrés radiológico mientras se induce la variabilidad genética deseada para el fitomejoramiento (Atteh & Adeyeye, 2022).

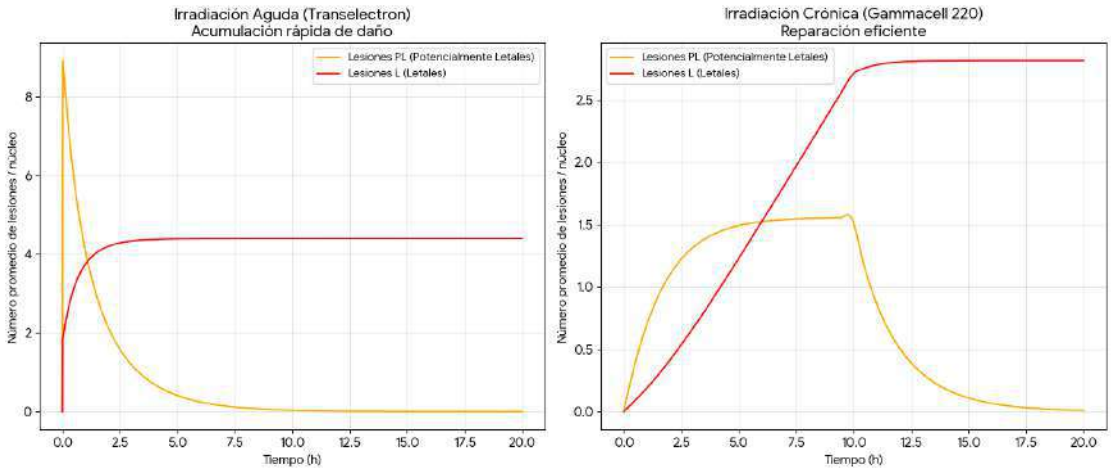


Figura 1. Resolución numérica de las Ecuaciones LPL para el género *Agave.*

Conclusiones

El modelo LPL de Curtis (1986) sugiere que la radiosensibilidad en *Agave* depende de la competencia entre el daño inducido y la reparación enzimática. La irradiación a baja tasa de dosis es la estrategia de mutagénesis óptima, ya que maximiza la supervivencia celular al evitar la saturación de reparación, permitiendo la obtención de nuevas variedades sin comprometer la viabilidad del germoplasma.

Literatura citada

Hall, E. J., & Giaccia, A. J. (2018). *Radiobiology for the radiologist* (8th ed.). Wolters Kluwer.

Curtis, S. B. (1986). Lethal and potentially lethal lesions induced by radiation a unified repair model. *Radiation Research*, 106(2), 252-270. https://doi.org/10.2307/3576798

Atteh, A., & Adeyeye, A. (2022). Effect of Low Gamma Irradiation on the Germination and Morphological Characteristics of Broad Beans (Vicia faba L.), Mung Beans (Vigna radiata L.), and Peas (Pisum sativum L.) Seedlings. Natural Resources, 13(05), 105–125. https://doi.org/10.4236/nr.2022.135008

VULNERABILIDAD GENÉTICA Y CUELLO DE BOTELLA EN EL ZAPOTE MAMEY DEL TOTONACAPAN POBLANO

Gabriel Chepe-Cruz[1*]; Martin Aguilar-Tlatelpa[2]; Marja Liza Fajardo-Franco[2]

[1]Universidad Intercultural del Estado de Puebla, Coordinación del Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua.,[2]Universidad Intercultural del Estado de Puebla, Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales.

*gabriel.chepe@uiep.edu.mx

Introducción

El zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] es un árbol frutal utilizado para el sombreo del cacao (*Theobroma cacao* L.), y en regiones de Veracruz y Puebla, se asocia con plantaciones de café (*Coffea arabica* L.) (Mapes and Basurto, 2016). El estudio de la diversidad genética en árboles frutales es crucial para la seguridad alimentaria y la resiliencia ecológica (Zuza et al., 2024). Los marcadores microsatélites (SSR) son herramientas de elección debido a su naturaleza codominante y alta polimorfismo (Alves, 2024). El análisis de parámetros como la heterocigosidad y el flujo genético permite distinguir entre procesos de domesticación intensiva y la capacidad de las poblaciones para adaptarse a cambios ambientales (Frankham et al., 2010).

Materiales y métodos

107 muestras de 9 poblaciones del Totonacapan Poblano se analizaron utilizando cinco marcadores SSR desarrollados por Arias et al. (2015) y probados en poblaciones silvestres y cultivados del zapote mamey por Martínez et al. (2019). Los estimadores de diversidad (n_a, n_e, H_o, H_e) se calcularon utilizando los programas GENALEX version 6.5 y PowerMarker V.3.25, para la estructura (F_{ST}, N_m) se utilizó STRUCTURE ver. 2.3.4 y STRUCTURE HARVESTER siguiendo los principios de la genética de poblaciones de Wright. En la detección de cuellos de botella, se aplicó la lógica de exceso de heterocigosidad en relación con la riqueza alélica, un método estandarizado para detectar reducciones drásticas en el tamaño efectivo poblacional (N_e) (Luikart & Cornuet, 1998).

Resultados y discusión

En el análisis de diversidad y efecto de fijación el valor de (F_{IS}) = -0.425 refleja un exceso de heterocigotos. En especies frutales, esto suele ser resultado de sistemas de autoincompatibilidad que promueven la alogamia obligada (Petit & Hampe, 2006). Desde un enfoque de mejora, este exceso es indicativo de vigor híbrido o heterosis, donde la combinación de alelos divergentes maximiza el fitness agronómico (Fujimoto et al., 2012).

La baja riqueza alélica (n_a = 2.56) comparada con la heterocigosidad mantenida es una firma clásica de un cuello de botella genético reciente. Según Luikart y Cornuet (1998), en poblaciones que sufren una reducción rápida, los alelos raros se pierden por deriva genética mucho más rápido que la heterocigosidad, creando un exceso transitorio de H_e.

Por otro lado, el flujo genético N_m = 19.3 es excepcionalmente alto. Un valor de N_m > 1 se considera suficiente para homogeneizar las poblaciones y contrarrestar la diferenciación por deriva (Wright, 1931). En el contexto agrícola, este flujo suele ser mediado por el intercambio humano de germoplasma (varetas e injertos), lo que explica la baja diferenciación (F_{ST}) = 0.068 y la pérdida de variantes locales únicas, un fenómeno conocido como homogeneización genética (Olden et al., 2004).

Conclusión

Las poblaciones presentan un estado de fragilidad adaptativa. Si bien el vigor individual es alto, la base alélica es estrecha. Se recomienda la incorporación de nuevos alelos mediante la

introducción de parientes silvestres o variedades genéticamente distantes para asegurar la plasticidad fenotípica necesaria ante el cambio climático y nuevas patologías.

Literatura citada

Alves, S. I. A., Dantas, C. W. D., Macedo, D. B., & Ramos, R. T. J. (2024). What are microsatellites and how to choose the best tool: A user-friendly review of SSR and 74 SSR mining tools. *Frontiers in genetics*, *15*, 1474611. https://doi.org/10.3389/fgene.2024.1474611

Arias, R. S., Martínez-Castillo, J., Sobolev, V. S., Blancarte-Jasso, N. H., Simpson, S. A., Ballard, L. L., Duke, M. V., Liu, X. F., Irish, B. M. y Scheffler, B. E. (2015). Development of a large set of microsatellite markers in zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) and their potential use in the study of the species. *Molecules*. *20*(6). 11400–11417. https://doi.org/10.3390/molecules200611400

Frankham, R., Ballou, J. D., & Briscoe, D. A. (2010). Introduction to Conservation Genetics (2nd ed.). Cambridge University Press.

Fujimoto, R., Taylor, J. M., Shirasawa, S., Akter, A., Itabashi, E., Shimizu, M., ... & Dennis, E. S. (2012). Heterosis of Arabidopsis thaliana hybrids can be reduced by epigenetic variation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(18), 7115-7120. https://doi.org/10.1073/pnas.1204789109

Luikart, G., & Cornuet, J. M. (1998). Empirical evaluation of a test for identifying recently bottlenecked populations from allele frequencies. *Genetics*, 148(2), 929-939. https://doi.org/10.1093/genetics/148.2.929

Mapes, C. y Basurto, F. (2016). Biodiversity and Edible Plants of Mexico. En R. Lira, A. Casas, y J. Blancas (Eds.), *Ethnobotany of Mexico* (pp. 83–131). Springer Science + Business Media New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7

Martínez-Castillo, J., Blancarte-Jasso, N. H., Chepe-Cruz, G., Nah-Chan, N. G., Ortiz-García, M. M. y Arias, R. S. (2019). Structure and genetic diversity in wild and cultivated populations of zapote mamey (*Pouteria sapota*, Sapotaceae) from southeastern Mexico: its putative domestication center. *Tree Genetics and Genomes*. *15*(4). 61. https://doi.org/10.1007/s11295-019-1368-z

Olden, J. D., Rooney, T. P., & Waller, D. M. (2004). Biotic homogenization: a new research agenda for conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 19(1), 18-24. https://doi.org/10.1016/j.tree.2003.10.002

Petit, R. J., & Hampe, A. (2006). Some evolutionary consequences of being a tree. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 187-214. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110215

Wright, S. (1931). Evolution in Mendelian populations. *Genetics*, 16(2), 97-159. https://doi.org/10.1093/genetics/16.2.97

Zuza, E. J., Lambert, K., Macmillan, T., Chiyemura, F., Araya, Y., Bowskill, V., ... & Bhagwat, S. (2024). Crop species diversity: A key strategy for sustainable food system transformation and climate resilience. *Food and Energy Security*, *13*(3), e558. https://doi.org/10.1002/fes3.558

PROMOCIÓN DE CALLOS *in vitro* EN *Agave rhodacantha* CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA

Daniel Aguilar Jiménez[1*], José Luis Rodríguez De la O[2], Ernestina Valadez Moctezuma[1], Benito Reyes Trejo[3], José Oscar Mascorro Gallardo[1]

[1]Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura; [2]Departamento de Fitotecnia, Área de Genética; [3]Laboratorio de Productos Naturales, Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.

*aguilard229@gmail.com

Introducción

Las técnicas de cultivo *in vitro* de callos se han convertido en una herramienta biotecnológica relevante para multiplicación y mejoramiento genético de *Agave*. Investigaciones han demostrado que la respuesta morfogénica está directamente relacionada con el tipo de reguladores de crecimiento en especial 2,4-D y BAP (Lecona-Guzmán *et al*., 2017), así como del tipo de explante (Vázquez-Martínez *et al*., 2022). Adicionalmente, la biotecnología moderna ha incluido herramientas alternativas que favorecen la morfogénesis *in vitro* como el uso de las nanopartículas de plata (AgNPs) debido su capacidad antimicrobiana y su efecto en las respuestas de cultivo *in vitro* (Spinoso-Castillo *et al*., 2017). Sin embargo, existen pocas investigaciones donde se consideren a las AgNPs en cultivo *in vitro* de *Agave* por lo que el objetivo de este trabajo fue cultivar segmentos foliares de *Agave rhodacantha*, tanto en presencia como en ausencia de nanopartículas de plata (AgNPs), para evaluar su efecto en la formación de callo *in vitro*.

Materiales y métodos

Se usaron plántulas de *Agave rhodacanta* previamente establecidas *in vitro*, de las cuales, se aislaron tejidos de hoja entre 0.7 y 1.0 cm de longitud como explantes. Se utilizó el medio de cultivo de Murashige y Skoog (1962) al 100 % de su concentración, adicionando 30 $g \cdot 1^{-1}$ de sacarosa, tiamina 0.4 $mg \cdot L^{-1}$, 100 $mg \cdot L^{-1}$ de mio-inositol, BAP y 2,4-D como fitorreguladores para inducir la formación de callo. El medio de cultivo fue dividido en dos partes iguales, para adicionar a una de ellas, nanopartículas de plata (AgNPs). Ambos tratamientos fueron ajustados a un pH de 5.7 ± 0.01 y como agente gelificante se usó 7.0 $g \cdot 1^{-1}$ de agar. Los tratamientos fueron esterilizados en autoclave durante 20 min a 1.05 $kg.cm^{-2}$. Posteriormente se sembró un explante por recipiente en campana de flujo de aire laminar de forma aséptica. Cada tratamiento contó con 20 repeticiones considerando a cada recipiente de cultivo con un explante como la unidad experimental. Posteriormente los frascos de cultivo se llevaron al área de incubación y se pusieron a una temperatura de 24 ± 2 °C, bajo irradiancia artificial con luces LEDs a 50 $\mu mol \cdot m^2 \cdot s^{-1}$ en un fotoperiodo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad durante seis semanas. Finalmente, se registraron las variables: tipo de callo: 0 (sin respuesta), 1 (poca respuesta), 2 (respuesta moderada) y 3 (respuesta abundante), presencia de brotes, raíz y necrosis. En todos los experimentos se utilizó un diseño completamente al azar. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) seguido de una prueba t de muestras independientes ($p \leq 0.05$) con el fin de saber si existe una diferencia significativa entre los tratamientos.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos muestran que *Agave rhodacantha* posee una capacidad intrínseca para desdiferenciar tejido foliar y generar callo bajo condiciones adecuadas de cultivo *in vitro*. La formación de callo se observó desde la tercera semana, caracterizada por masas celulares de color crema-amarillento con textura friable, lo cual concuerda con los patrones descritos para otras especies del género *Agave*, donde la presencia de 2,4-D y BAP promueven la

desdiferenciación celular y la proliferación de tejido calloso (Lecona-Guzmán *et al*., 2017). Sin embargo, el efecto de las AgNPs sobre la proliferación de callo no fue marcadamente superior al tratamiento control (Cuadro 1). No obstante, al parecer sí se observó efecto en la formación de raíces tempranas con abundantes pelos absorbentes, lo cual coincide con investigaciones previas donde se ha observado que el impacto de las nanopartículas es altamente dependiente de la concentración, el tipo de explante y la especie vegetal (Spinoso-Castillo *et al*., 2017).

Cuadro 1. Respuestas de explantes foliares de *Agave rhodacantha* en la obtención de callo con y sin AgNPs.

Tratamiento	Explantes con respuesta	NB	NR	Tipo de callo
Medio MS 100 % con AgNPs	100%	0	4.0 ± 0.79 a	3
Medio MS 100 % sin AgNPs	100%	0	0 b	2

Conclusión

Los resultados sugieren que tejidos de hojas de *Agave rhodacantha* responden a la inducción de callo usando BAP con 2,4-D. Las AgNPs tuvieron efecto bioestimulante para diferenciar callos a estructuras radiculares por lo que el uso de AgNPs en cultivos *in vitro* podría ser considerada para obtener respuestas morfogénicas específicas. El presente trabajo abre la puerta a nuevas investigaciones sobre la interacción de AgNPs con reguladores del crecimiento y tipo de explante para estudiar estabilidad genética y calidad de las plantas obtenidas.

Literatura citada

Spinoso-Castillo, J. L., Chavez-Sahagún, O., Bogdanchikova, N., Pérez-Alvarez, M., & Pestryakov, A. (2017). Silver nanoparticles affect morphogenesis in *Stevia rebaudiana*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 128(2), 383–390.

Lecona-Guzmán, C. A., Reyes-Zambrano, S., Barredo-Pool, F. A., Abud-Archila, M., Montes-Molina, J. A., Rincón-Rosales, R., & Gutiérrez-Miceli, F. A. (2017). *In vitro* propagation of *Agave americana* by indirect organogenesis. *HortScience*, 52(7), 996–999. https://doi.org/10.21273/HORTSCI10498-16

Vázquez-Martínez, O., Núñez-Palenius, H. G., Pérez-Molphe-Balch, E. M., Valencia-Posadas, M., Pérez-Moreno, L., Ruiz-Aguilar, G. M. L., & Gómez-Lim, M. (2022). *In vitro*-propagation of *Agave tequilana* Weber cv. azul in a temporary immersion system. *Phyton — International Journal of Experimental Botany*, 91(1), 83–96. https://doi.org/10.32604/phyton.2022.017281

PROTOCOLO EFICIENTE PARA LA OBTENCIÓN DE ADN DE ALTA CALIDAD A PARTIR DE TEJIDO FOLIAR DE CANELA (C*innamomum verum* J. Presl)

Iseli Sanchez-Álvarez[*1]; Martha Hernández-Rodríguez[1]; Ramón Marcos Soto-Hernández[2]; J. Jesús García-Zavala[1]; Olga Santiago-Trinidad[3]

[1]Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Programa de Genética. [2]Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Programa de Botánica. [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

*sanchez.iseli@colpos.mx

Introducción

Desde la introducción de canela (*Cinnamomum verum* J. Presl) en México, esta especia ha adquirido gran relevancia por su incorporación en la cultura culinaria nacional. El cultivo originado a partir de material vegetal importado del sur de Asia se ha extendido a diferentes regiones tropicales y subtropicales del país. No obstante, su base genética es todavía limitada y poco explorada, por lo que conocer las relaciones genéticas entre las accesiones que conforman la población nacional resulta esencial para comprender la diversidad del cultivo y guiar su conservación y mejoramiento. El uso de marcadores moleculares, como Simple Sequence Repeat (SSR) y Single Nucleotide Polymorphism (SNP), se ha consolidado como herramienta clave para la caracterización genética de germoplasma vegetal (Zhang et al., 2023). Pese a la existencia de numerosos protocolos para el aislamiento de ADN genómico en tejidos vegetales, la diversidad de perfiles metabolómicos entre especies requiere optimizaciones específicas. En el caso de *C. verum*, la presencia de metabolitos especializados como terpenoides, taninos y compuestos fenólicos suelen interferir con la extracción y amplificación del ADN mediante PCR (Sahu et al., 2012). Debido a que esta planta posee una amplia gama de polisacáridos y polifenoles que dificultan el proceso (Ciaramelli et al., 2022; Healey et al., 2014), el objetivo del presente estudio fue optimizar un protocolo para extraer ADN de alta calidad a partir de hojas de *C. verum.*

Materiales y métodos

La colecta de material vegetal se llevó a cabo en 14 plantas establecidas en dos ambientes diferentes. Se seleccionaron hojas frescas en estado de maduración intermedia, las cuales se colocaron en bolsas herméticas para su conservación. Se emplearon 100 mg de tejido vegetal, cuya homogeneización se realizó con nitrógeno líquido en mortero estéril.

Con el objetivo de optimizar la extracción de ADN en un tejido caracterizado por alto contenido de compuestos fenólicos y metabolitos secundarios, se evaluaron preliminarmente distintos protocolos basados en CTAB, incluyendo el método clásico descrito por Doyle y Doyle (1987) y la modificación propuesta por Shagaai Maroof et al. (1984). Asimismo, se realizaron ajustes en la concentración de CTAB (1 % y 2 %) y en la composición del sistema detergente. A partir de estos ensayos comparativos, se estableció un protocolo modificado que mostró mayor rendimiento y calidad del ADN.

El material pulverizado se transfirió a microtubos de 2 mL y se almacenó a −80 °C hasta la lisis. El tejido se resuspendió en 1 mL de buffer de lisis compuesto por Tris-HCl 100 mM (pH 8.0), NaCl 700 mM y EDTA 50 mM, suplementado con CTAB al 2 % y N-lauroil sarcosina (sarcosyl) al 1 % (a partir de una solución stock al 10 %, 1:10 v/v), además de polivinilpirrolidona (PVP) al 2 % y β-mercaptoetanol al 1 %, incorporando un sistema detergente bimodal destinado a optimizar la disrupción celular y reducir la interferencia de compuestos fenólicos ; la mezcla se incubó a temperatura ambiente durante 60 minutos. La purificación se realizó mediante la adición de 1 mL de fenol:cloroformo (1:1), seguido de agitación durante 10 minutos. Tras centrifugar a 11500 rpm durante 10 minutos, se recuperó la fase acuosa y se transfirió a un microtubo de 1.5 mL, al que se añadió 1 µL de RNasa A y se incubó durante 5 minutos. Posteriormente, se agregó

cloroformo:alcohol isoamílico (24:1), se agitó durante 10 minutos y nuevamente se centrifugó a 11 500 rpm durante 10 minutos.
La precipitación del ADN se efectuó agregando 0.6 volúmenes de isopropanol por cada volumen recuperado y manteniendo la mezcla a −20 °C durante 2 horas. El pellet se recuperó por centrifugación bajo las mismas condiciones y se lavó con 1 mL de etanol al 70 %. Tras una centrifugación adicional a 8000 rpm durante 5 minutos, se eliminó el etanol y la pastilla se dejó secar a temperatura ambiente durante 30 minutos. Finalmente, el ADN se resuspendió en 30 µL de solución TE (pH 8.0).
La calidad del ADN se evaluó mediante tres parámetros: concentración, pureza e integridad. La concentración y pureza se determinaron por espectrofotometría utilizando un NanoDrop ND-2000 (Thermo Scientific EUA). La integridad se comprobó mediante electroforesis en gel de agarosa al 1 %, cargando 2 µL de ADN mezclado con 3 µL de buffer de carga (Tris 50 mM pH 8.0, EDTA 5 mM pH 8.0, sacarosa 25 % y bromuro de etidio 25 µL por cada 25 mL), y realizando la corrida a 80 V durante 40 minutos en buffer TBE 1X (Tris-borato 0.09 M, EDTA 2 mM, pH 8.0).

Resultados y discusión

La concentración promedio del ADN fue de 150 ng uL, con relaciones de pureza de 1.9 para la relación A260/280 de 1.8 y relación A260/230 de 1.9 lo que indica mínima contaminación por proteínas, sales y compuestos fenólicos. Los geles de agarosa mostraron ADN intacto de alto peso molecular, adecuado para aplicaciones moleculares posteriores. Comparando con protocolos clásicos, el método modificado permitió un mayor rendimiento y calidad de ADN.

Conclusiones

Se optimizó un protocolo de extracción de ADN de hojas de *C. verum.*, obteniendo material de alta calidad y pureza, adecuado para análisis moleculares, lo que facilita la caracterización genética y estudios de diversidad en poblaciones mexicanas de canela.

Literatura citada

Ciaramelli, C., Palmioli, A., Angotti, I., Colombo, L., De Luigi, A., Sala, G., Salmona, M., & Airoldi, C. (2022). NMR-driven identification of cinnamon bud and bark components with anti-Aβ activity. *Frontiers in Chemistry*, *10*, Article 896253. https://doi.org/10.3389/fchem.2022.896253.

Doyle, J. J., & Doyle, J. L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin, 19*(1), 11–15.

Healey, A., Furtado, A., Cooper, T., & Henry, R. J. (2014). Protocol: A simple method for extracting next-generation sequencing quality genomic DNA from recalcitrant plant species. Plant Methods, 10(1), 21. https://doi.org/10.1186/1746-4811-10-21.

Saghai-Maroof, M. A., Soliman, K. M., Jorgensen, R. A., & Allard, R. W. (1984). Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 81(24), 8014–8018. https://doi.org/10.1073/pnas.81.24.8014

Sahu, S. K., Thangaraj, M., & Kathiresan, K. (2012**).** DNA extraction protocol for plants with high levels of secondary metabolites and polysaccharides without using liquid nitrogen and phenol. *ISRN Molecular Biology, 2012*, Article 205049. https://doi.org/10.5402/2012/205049

Zhang, J., Yang, J., Lv, Y., Zhang, X., Xia, C., Zhao, H., & Wen, C. (2023). Genetic diversity analysis and variety identification using SSR and SNP markers in melon. *BMC Plant Biology, 23*, 39. https://doi.org/10.1186/s12870-023-04056.

MARCADORES DE LA TOLERANCIA A LA SEQUÍA EN UNA POBLACIÓN F_3 DE *Phaseolus vulgaris* L. x *Phaseolus acutifolius* A. Gray

Marcela Cilia García[1*], José Cruz Jiménez Galindo[2], Daniel Padilla Chacón[3], Cecilia Beatriz Peña Valdivia[1], Ebandro Uscanga Mortera[1], Antonio García Esteva[1].

[1]Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. [3]SECIHTI Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo tradicional en México de importancia nutricional y cultural presente en todas las regiones agrícolas del país; sin embargo, la sequía provoca pérdidas del 60% en su producción de temporal (Villordo-Pineda *et al*., 2015), afectando gravemente la seguridad alimentaria. No obstante, la falta de estudios sobre el control genético de la tolerancia a la sequía dificulta su incorporación efectiva en programas de mejoramiento al ser un carácter poligénico (Hu y Xiong, 2014). El frijol Tépari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray), especie silvestre tolerante (Beebe *et al*., 2013), representa un recurso genético valioso para mejorar variedades comerciales susceptibles como Pinto Saltillo (Jiménez-Galindo *et al.,* 2018).

Materiales y métodos

Este trabajo evaluó la tolerancia a la sequía simulada con polietilenglicol (PEG-6000) en un ensayo de germinación de la población biparental F_3 derivada de la cruza entre Pinto Saltillo (susceptible) y Tépari café (tolerante). Se realizó un análisis de asociación del genoma completo (GWAS) utilizando 1,503 polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) de la tecnología DArTseq (Sansaloni *et al.,* 2010). Además, se evaluaron características bioquímicas en semillas de líneas F_4 provenientes de la misma cruza interespecífica.

Resultados y discusión

Se observó una amplia variabilidad fenotípica en rasgos relacionados con la germinación y crecimiento de plántulas, con heredabilidades moderadas y asociación genética entre longitud de hipocótilo y raíz. El GWAS identificó 10 SNP significativos asociados con rasgos fenotípicos de la tolerancia a la sequía (Figura 1). El análisis de varianza molecular (AMOVA) mostró alta diferenciación genética entre los progenitores y las líneas F_3 (FST= 0.9977, p= 0.029). Se encontraron diferencias significativas en la concentración de azúcares solubles, y contenido preliminar de proteína y minerales en algunas líneas F_4.

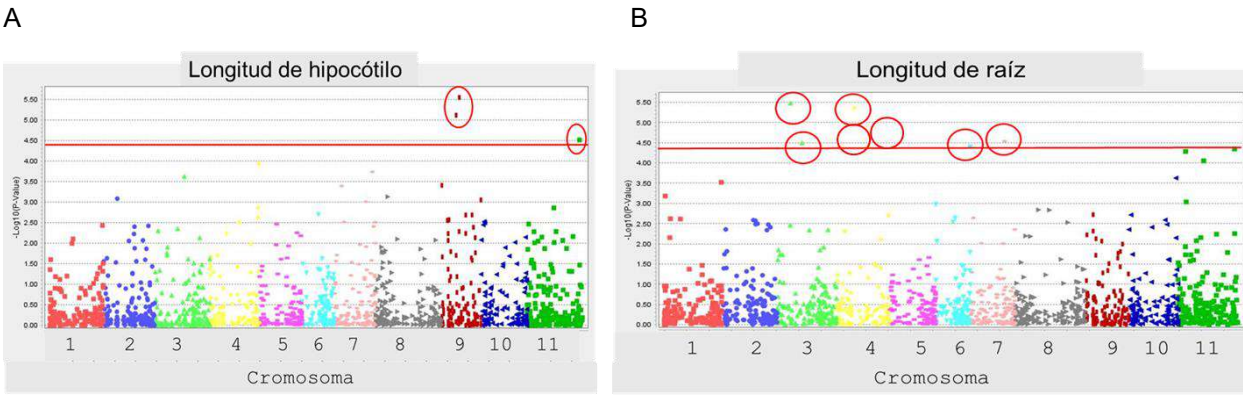


Figura 1. Gráfico de Manhattan del GWAS (1,503 SNPs, 11 cromosomas) para el rasgo longitud de hipocótilo (panel A) y longitud de raíz (panel B). Umbral: 4.477 (Bonferroni). SNPs significativos: encerrados en círculos sobre la línea roja (umbral de Bonferroni).

Conclusiones

En conjunto, estos resultados proporcionan herramientas para la selección asistida por marcadores y resalta el valor de los recursos genéticos silvestres, como Tépari café, para enfrentar los desafíos agrícolas ante el cambio climático.

Literatura citada

Beebe, S. E., Rao, I. M., Blair, M. W., & Acosta-Gallegos, J. A. (2013). Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Frontiers in Physiology, 4*, 35.

Hu, H.; Xiong, L. 2014. Genetic engineering and breeding of drought-resistant crops. Annu. Rev. Plant Biol. 2014, 65, 715–741

Jiménez-Galindo, J. C., Acosta-Gallegos, J. A., Álvarez-Iglesias, L., Revilla-Temino, P., Jacinto-Soto, R., García-Domínguez, L. E., de La Fuente-Martínez, M., Malvar-Pintos, R. A., Ordas-Lopez, B., Vander Wal, A. J., y Osorno, J. M. (2018). Screening for drought tolerance in tepary and common bean based on osmotic potential assays. *International Journal of Plant Biology & Research*, 6(1), 1066.

Sansaloni CP, Petroli CD, Carling J, Hudson CJ, Steane DA, Myburg AA. (2010). A high-density Diversity Arrays Technology (DArT) microarray for genome-wide genotyping in Eucalyptus. Plant Methods; 6(1):16.

Villordo-Pineda, E., Gonzalez-Chavira, M. M., Giraldo-Carbajo, P., Acosta-Gallegos, J. A., and Caballero-Perez, J. (2015). Identification of novel drought-tolerant-associated SNPs in common bean (Phaseolus vulgaris). Front. Plant Sci. 6, 546.

METAANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN MOLECULAR ENTRE HONGOS ECTOMICORRIZICOS Y ÁRBOLES FORESTALES

Rosario Ramírez-Mendoza*; Magdalena Martinez-Reyes; Jesús Perez-Moreno

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

*mariadelrosario.ramirez23@gmail.com

Introducción

La simbiosis micorrízica, originada hace aproximadamente 450 millones de años, constituyó una innovación evolutiva crucial para la colonización del medio terrestre y continúa siendo determinante en el funcionamiento de los ecosistemas forestales (Brundrett & Tedersoo, 2018). En la simbiosis ectomicorrízica (ECM), la planta hospedante asigna carbono fijado fotosintéticamente al hongo simbionte, mientras que este facilita la absorción de agua y nutrientes edáficos limitantes (Strullu-Derrien et al., 2018). La comprensión del diálogo molecular que regula el reconocimiento y establecimiento de esta asociación resulta fundamental para el desarrollo de tecnologías de producción de árboles micorrizados. La presente revisión se planteó los siguientes objetivos: (i) sintetizar los eventos moleculares y morfológicos desde la señalización presimbiótica hasta la formación de la interfaz simbiótica; (ii) evaluar los mecanismos de reconocimiento mutuo y modulación de la respuesta inmunitaria del hospedante; y (iii) consolidar el conocimiento sobre productos génicos simbióticos clave.

Materiales y métodos

Se realizaron búsquedas sistemáticas en Web of Science, Scopus, PubMed y ScienceDirect (1990-2024) utilizando la cadena: ("ectomycorrhiz*") AND ("signal*" OR "recognition") AND ("pre-colonization") AND ("molecular" OR "effector protein" OR "MiSSP" OR "lipochitooligosaccharide"). Se incluyeron estudios específicos sobre efectores como MiSSP7 de *Laccaria bicolor* para garantizar la cobertura de literatura seminal. En total se revisaron y se efectuó un análisis crítico de 150 artículos.

Resultados y discusión

Morfogénesis y zonificación funcional. El establecimiento de la simbiosis conlleva la formación de estructuras especializadas: el manto fúngico que envuelve la raíz, la red de Hartig intercelular y el micelio extramatrical. Esta zonificación define el área de intercambio bidireccional de nutrientes.

Diálogo molecular del reconocimiento. Los exudados radicales (flavonoides, compuestos volátiles, CO_2 y azúcares) actúan como señales quimioatrayentes que inducen en el hongo la expresión de genes simbióticos. Estudios transcriptómicos revelan que cientos de genes fúngicos se expresan diferencialmente durante las primeras horas de contacto radical.

Modulación de la inmunidad del hospedante. El contacto fúngico inicial desencadena una respuesta de defensa transitoria (especies reactivas de oxígeno, genes de patogénesis), posteriormente suprimida por efectores especializados. MiSSP7 de *L. bicolor* es internalizada y translocada al núcleo vegetal, donde interactúa con JAZ6 desestabilizando la señalización del jasmonato. Efectores apoplásticos como MiSSP13 y MiSSP16.5 inhiben proteasas activadoras de la defensa.

Interacción fitohormonal. Ácido jasmónico, etileno, auxinas y estrigolactonas integran señales de desarrollo y defensa. La modulación de auxinas influye en la formación de la red de Hartig, mientras que la supresión de jasmonatos evita respuestas de hipersensibilidad.

Lipoquitooligosacáridos (LCO). Originalmente identificados como factores Nod, los LCO son producidos por hongos ECM y actúan como señales simbióticas conservadas, desencadenando oscilaciones de calcio y reorganización del citoesqueleto en raíces.

Implicaciones aplicadas. El conocimiento de los diálogos moleculares permite la selección de caracteres radicales que favorezcan simbiosis efectivas en programas de mejoramiento forestal. La producción controlada de árboles ectomicorrizados requiere cepas fúngicas compatibles y condiciones que optimicen el diálogo molecular temprano. No obstante, la ingeniería de vías efectoras enfrenta complejidades ecológicas y regulatorias. Es imperativo vincular datos moleculares con procesos ecosistémicos mediante investigación interdisciplinaria y experimentos de campo a largo plazo (Snyder, 2019).

Conclusiones

La colonización exitosa en la simbiosis ECM requiere una inmunomodulación activa y localizada por parte del hospedante. El contacto fúngico inicial provoca una respuesta de defensa transitoria que es subsecuentemente suprimida por un arsenal de efectores fúngicos especializados. Efectores nucleares como MiSSP7 desestabilizan la señalización del jasmonato mediante interacción con JAZ6, mientras que efectores apoplásticos como MiSSP13 y MiSSP16.5 inhiben proteasas activadoras de la defensa. Esta supresión coordinada constituye un prerrequisito indispensable para la fase de integración física íntima. La formación del manto y la red de Hartig es facilitada por proteínas fúngicas especializadas, incluyendo hidrofobinas para la adhesión, expansinas para el aflojamiento no enzimático de la pared celular, y un conjunto específico de CAZimas que participan en la remodelación controlada del espacio apoplástico. El conocimiento detallado de estos mecanismos moleculares sienta las bases para el desarrollo de tecnologías de producción de árboles ectomicorrizados con mayor eficiencia y aplicación en programas de reforestación y restauración de ecosistemas forestales. Se agradece el financiamiento del COMECyT a través del Proyecto **C-SINERGIA-FICDTEM-25-032** para el desarrollo de esta investigación.

Literatura citada

Brundrett, M.C., & Tedersoo, L. (2018). Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. *New Phytologist*, 220(4), 1108–1115.

Strullu-Derrien, C., Selosse, M.A., Kenrick, P., & Martin, F.M. (2018). The origin and evolution of mycorrhizal symbioses: From palaeomycology to phylogenomics. *New Phytologist*, 220(4), 1012–1030.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines.*Journal of Business Research*, 104, 333–339.

Capítulo 4. Ciencia Animal

BALANCEO ÓPTIMO DE DIETA CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO Y CONCENTRADO ARTESANAL EN CONEJOS DE ENGORDA

Eliezer Herrera-Illescas[1§]; Yuri Villegas-Aparicio[1]; Aaron Martínez-Gutiérrez[1]; Jorge Hernández-Bautista[2]; María Isabel Pérez-León[1]

[1]Tecnológico Nacional de México, Campus Valle de Oaxaca. [2]Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca Facultad de Medicina.

[§]eliezerherrera93@gmail.com

Introducción

Los conejos son prometedores en términos de rendimiento productivo zootécnico, crecimiento rápido, periodo de gestación corto, además la carne de conejo es considerada alimento saludable. (Paula et al., 2020). En este contexto, existe una alta demanda de alimentos balanceados destinados a la ceba de animales que resultan costosos, por lo tanto, los alimentos balanceados no convencionales son una alternativa para menor costo de alimentación (Calderon-Bedoya *et al*., 2021). En comunidades alejadas de la ciudad el acceso de alimentos balanceados es nulo y como alternativas recurren a corte y acarreo de alimento, elevando los costos de alimentación. El objetivo de la investigación fue evaluar dietas alternativas con la inclusión del concentrado artesanal y forraje verde hidropónico (FVH) de diferentes cereales para la engorda de conejos y costos asociados a la alimentación. Con el fin de proporcionar una dieta alternativa a cunicultores del estado.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Santa Cruz Amilpas, Oaxaca, México, en una granja cunícola familiar. Para la formulación de las dietas se ocuparon semillas de trigo (*Triticum durum*), avena (*Avena sativa L)* y maíz (*Zea maiz*) para FVH el cual se complementó con un concentrado artesanal balanceado al 17% de proteína con los siguientes ingredientes: granos secos de destilerías con solubles, harina de alfalfa, salvado trigo, sorgo, maíz, harina de soya y núcleo Conecrec. Se contemplaron 40 conejos California hembras y machos de 52 días de edad con un peso aproximado de hembras 1075 ± 155g y Machos 1078 ± 183g. Estos, fueron ubicados en 10 jaulas dobles, el experimento se llevó a cabo en octubre-diciembre del 2025. Las dietas suministradas a los conejos consistieron en 4 tratamiento donde el tratamiento testigo consistió en un concentrado comercial (purina conejina turbo con un 16% de proteína y 17% de fibra) y los tratamientos con la inclusión de un 30% de FVH y un 70% del concentrado artesanal. Para el análisis de la información se utilizó un diseño experimental completamente al azar con una prueba de comparaciones múltiples de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) utilizando el paquete estadístico SAS.

Resultados y discusión

El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas en eficiencia alimenticia (EA), conversión alimenticia (CA), costos y consumo entre tratamientos ($p<0.001$). En contraste, la ganancia de peso total (GDP) no presentó diferencias significativas ($p>0.05$), como el resto de las variables estudiadas ($p<0.05$; Cuadro 1); los cuales se agruparon con diferentes letras para mostrar significancia estadística. Con base a los resultados del Cuadro 2, se puede afirmar la conveniencia económica de dietas con FVH de maíz, con beneficios en el desempeño productivo de conejos de engorda. El uso de dietas alternativas evaluadas con criterios económicos pueden ser atractivas para los criadores de conejos.

Los conejos California (machos), de 45 días de edad y peso vivo de 1039.571 g, alimentados con FVHM y concentrado artesanal, tuvieron conversión alimenticia de 3.58, con mayor a la reportada por Calderon-Bedoya et al., (2021) para conejos machos de la raza Nueva Zelanda cuya dieta incluyó Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y Harina de maíz y Soja (*Glycine max*).

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza en indicadores productivos

Variable	gl	SC	CM	F	P
EA	3	0.0367	0.0122	7.961	0.000742***
CA	3	5.036	1.679	7.658	0.000926***
COSTOS	3	1007.9	336	28.347	4.65e-08***
CONS	3	2815350	938450	5.317+31	<2.00e-16***
GDP	3	110228	36743	1.722	0.819

EA: eficiencia alimenticia, CA: Conversión alimenticia; GDP: Ganancia de peso semanal; CONS: Consumo; gl: grados de libertad del factor; SC: suma de cuadrados; CM; cuadrado medio; F: estadístico F; p; valor de probabilidad; prueba ANOVA Intervalos de Confianza; Significancia: *** p < 0.001.

Cuadro 2. Promedios y desviaciones estándar de los indicadores productivos en conejos

TRAT	SEXO	PI (g)	PF (g)	GDPS (g)	CONS (g)	EA (kg)	CA (kg)	COSTOS ($)
FVHM	M	1136 ± 219^{a}	2338 ± 262^{a}	1202 ± 61^{a}	4095^{a}	0.293^{ab}	3.41^{ab}	36.99^{c}
FVHM	H	1086 ± 50^{a}	2191 ± 191^{a}	1105 ± 164^{a}	4095^{a}	0.289^{ab}	3.76^{ab}	36.99^{c}
FVHT	M	922 ± 103^{a}	2070 ± 177^{a}	1147 ± 88^{a}	4095^{a}	0.250^{ab}	3.58^{ab}	40.69^{b}
FVHT	H	1100 ± 133^{a}	2104 ± 69^{a}	1003 ± 98^{a}	4095^{a}	0.245^{b}	4.11^{ab}	41.29^{b}
FVHA	M	1134 ± 156^{a}	2116 ± 250^{a}	982 ± 94^{a}	4095^{a}	0.240^{b}	4.19^{a}	43.69^{a}
FVHA	H	1060 ± 130^{a}	2104 ± 202^{a}	1044 ± 180^{a}	4095^{a}	0.255^{ab}	4.00^{ab}	43.69^{a}
TESTIGO	M	1122 ± 60^{a}	2304 ± 217^{a}	1182 ± 275^{a}	3410^{b}	0.347^{a}	2.99^{b}	44.88^{a}
TESTIGO	H	1052 ± 140^{a}	2172 ± 269^{a}	1119 ± 148^{a}	3410^{b}	0.328^{ab}	3.09^{ab}	44.88^{a}

PI: Peso inicial; PF: Peso final; GDP: Ganancia de peso; EA: eficiencia alimenticia, CA: Conversión alimenticia; letras iguales muestran que no hay diferencia significativa.

Conclusión

El forraje verde hidropónico maíz fue menos costoso que el alimento comercial. La eficiencia y conversión alimenticias de la mayoría con forraje verde hidropónico fue similar a la dieta con alimento comercial.

Literatura citada

Calderon-Bedoya, V. M., Castaño-Benitez, M. A., & Velásquez-Vélez, R. A. (2021). Efecto de la suplementación con forrajes arbustivos sobre el desempeño productivo de conejos (Oryctolagus cuniculus). *Revista Politécnica*, *17*(34), 30-38. https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a2.

Paula, M. M. de O., Bittencourt, M. T., Oliveira, T. L. C. de, Bueno, L. O., Rodrigues, L. M., Soares,E. R., Machado, L. C., Ramos, A. de L. S., & Ramos, E. M. (2020). Rabbit as sustainable meat source: Carcass traits and technological quality of meat and of mechanically deboned meat. Research, Society and Development, 9(11), e5029119906-e5029119906. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9906.

USO DE EMULSIÓN DE HIDROLATO DE LAVANDA (*Lavandula angustifolia*) CON SUERO VACUNO EN POLLITAS

Daniela Díaz-Sosa*; Maricela Ayala-Martínez; Jair Alain Cruz-Pelcastre Soto-Simental Sergio

[1]Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

* di472640@UAEH.edu.mx

Introdución

En la producción avícola, el crecimiento corporal es un indicador clave del estado productivo y sanitario, ya que variables como el peso, la longitud del fémur y el desarrollo de la quilla reflejan el efecto de la genética, la nutrición y el manejo, sobre el desempeño de las aves, especialmente en la etapa de postura (Santos *et al*., 2014). Este estudio evaluó el crecimiento mediante medidas morfométricas, se compararon dos razas híbridas y se analizó el efecto de la emulsión de hidrolato de *L. angustifolia* con suero de leche como alternativa natural en la alimentación, considerando que los fitobióticos pueden mejorar el desarrollo corporal y la salud intestinal (Ariza *et al*., 2021).

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Módulo de Enseñanza, Investigación y Extensión de Producción Avícola de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, con 95 pollitas (66 Black Star y 29 Anadaluza) de tres semanas de edad por 21 semanas. El alojamiento fueron corraletas, con comederos de tolva, bebederos y fotoperído diario de 16 horas. Consumo de alimento, temperatura y humedad relativa del ambiente fueron chequeadas diariamente para aegurarcondiciones favorables al desarrollo de las pollitas. Las primeras 4 semanas recibieron dieta de adaptación, a la 7a semana, se incluyó la ingesta de la emulsión (162.54 g hidrolato de lavanda, 17.79 g Tween 20 y 880 g de aceite) en 33 pollitas Black Star y 15 Andaluza, semanalmente se registró: peso corporal, circunferencia corporal y longitud de fémur. El análisis fue con el modelo de Gompertz.

Resultados y discusión

Las pollitas Andaluza sin la emulsión mostraron la mayor tasa de crecimiento, menor asíntota y punto de inflexión a menor tiempo (Cuadro 1) y las pollitas Black Star el mayor peso (Cuadro2). La emulsión incrementó la circunferencia corporal en ambas lineas (Cuadro 2). González-Cerón *et al*. (2019) coinciden en a mayor tasa de crecimiento no siempre implica mayor peso final. Osio-Orihuela *et al*. (2022) mencionan que el modelo de Gompertz describe adecuadamente las diferencias en la dinámica de crecimiento entre genotipos.

Cuadro 1. Parámetros del modelo de Gompertz de pollitas de dos genotipos con y sin consumo de emulsión de hidrolato de Lavandula angustifolia

Parámetro	Genotipo/con o sin emulsión			
	BSsin*	BScon	Asin	Acon
Asíntota	3.63 ± .49	4.14 ± .76	1.91 ± .09	2.99 ± .35
Tasa de crecimiento (Kg)	.07 ± .01	.07 ± .01	.15 ± .02	.09 ± .01
Punto de inflexión (sem)	13.3 ±2.12	17.9 ±2.41	7.8 ± .31	12.4 ± 1.3
R^2	0.845	0.844	0.822	0.904

*****BSsin, genotipo Black Star sin emulsión; BScon, genotipo Black Star con emulsión; Asin, genotipo Anadaluza sin emulsión; Acon, genotipo Anadaluza con emulsión

Cuadro 2. Crecimiento de pollitas de dos genotipos con y sin consumo de emulsión de hidrolato de *Lavandula angustifolia*

	Genotipo/con o sin emulsión			
Variable	BSsin*	BScon	Asin	Acon
Peso vivo (Kg)	1.28 ± 0.01[a]	1.09 ± 0.01[c]	1.22 ± 0.01[b]	1.23 ± 0.01[b]
Circunferencia (mm)	36.78 ± 0.10[c]	37.14 ± 0.09[b]	36.79 ± 0.14b[c]	38.60 ± 0.14[a]
Fémur (mm)	121.62 ± 0.53[b]	110.85 ±0.50[c]	165.96 ± 0.76[a]	113.15 ± 0.77[c]

*****BSsin, genotipo Black Star sin emulsión; BScon, genotipo Black Star con emulsión; Asin, genotipo Anadaluza sin emulsión; Acon, genotipo Anadaluza con emulsión;

Conclusiones

El uso de emulsión hidrolato de *Lavandula angustifolia* con suero de leche, como aditivo en la alimentación de pollitas durante el crecimiento, incrementa el tamaño de circunferencia corporal.

Literatura citada

Ariza, A. G., Baena, S. N., Lupi, T. M., Arbulu, A. A., González, F. J. N., Jurado, J. M. L., Bermejo, J. V. D., & Vallejo, M. E. C. (2021). Characterisation of biological growth curves of different varieties of an endangered native hen breed kept under free range conditions. *Italian Journal Of Animal Science*, *20*(1), 806-813. https://doi.org/10.1080/1828051x.2021.1915190.

González-Cerón, F., Olaiz-González, P. R., Mata-Estrada, A., Pro-Martínez, A., Sosa Montes, E., Fernández-de la O, M., … Rivas-Jacobo, M. A. (2019). Modelación del crecimiento de pollos de engorda criados en pastoreo o confinamiento. *Agro Productividad*, *12*(8). doi:10.32854/agrop.v0i0.1449

Osio-Orihuela, L., Zárate-Contreras, D., Cigarroa-Vázquez, F. A., Vázquez-Mendoza, P., & González-Cerón, F. (2022). Modelación del crecimiento de aves Criollas.

Santos, A. L., Ramos, A., Romero, N. N., Santana, J. L., & Carbó, C. B. (2014). *Estudio del crecimiento de gallinas ponedoras de 18 hasta 60 semanas de edad criadas en jaulas enriquecidas sometidas a diferentes intensidades de iluminación. 2. Tasa de crecimiento*. 1–7. Recuperado de https://oa.upm.es/34743/

USO DE PERICARPIO DE NUEZ (*Juglans regia*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJAS DURANTE LA LACTANCIA

Diana Aylin Fuentes-Guevara*; Sergio Soto-Simental; Maricela Ayala-Martínez

[1]Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

*aylincimvz@gmail.com

Introducción

En México, el conejo ha sido fundamental para obtener carne en sistemas de tipo familiar, debido a su alto contenido proteico, de ácidos grasos polinsaturados y omega; y su baja concentración de sodio, grasa y colesterol (Fernández, 2015). Es un animal pequeño, con mayor velocidad de crecimiento, ovulación espontánea y alta prolificidad, con un periodo de gestación corto de 30 días; con un periodo de lactancia de 28 hasta 45 días, dependiendo del sistema de crianza (Trillas, 2018). En el tema de reproducción, el mayor costo de producción y su sensibilidad a situaciones de estrés, puede provocar la interrupción total en la producción de leche o abortos. El pericarpio de nuez (*Juglans regia* L) contiene fenoles y antioxidantes que protegen a las células y tejidos del daño oxidativo (Tufarelli, 2023). El objetivo fue analizar el efecto de incluir pericarpio de nuez en la dieta de conejas lactantes, sobre los tres parámetros productivos, para conocer su benefico como ingrediente alternativo en dietas de conejas.

Materiales y métodos

Se trabajó con 27 conejas gestantes California x Nueva Zelanda; distribuidas aleatoriamente a tres tratamientos con diferente porcentaje de pericarpio de nuez (T1=0, T2=10 y T3=15%). La dieta base contenían 18% proteína bruta, 30% fibra detergente neutro, 19% fibra detergente ácido, y 2.7 Mcal de energía metabolizable/ kg MS. Se ofrecieron a las conejas desde el día del parto hasta el destete a los 35 d. se registró consumo de alimento por día y el peso vivo por semana. Las hembras se expusieron a lactancia restringida (2h d^{-1}) por 15 d y los gazapos se pesaron dos veces al día. Después la lactancia fue a libre acceso, y se pesó a gazapos una vez al día.

Resultado y discusión

La dieta con 15% de pericarpio de nuez incrementó ($P<0.05$) el consumo de materia seca (Tabla 1) y peso corporal de las conejas (Tabla 2) en la semana 4 y 5, respectivamente. El peso de la camada y el número de gazapos vivos se incrementó (Figura 1 y 2), como fue observado por (Canul-Ku *et al*., 2013) con morena y cayena, pero con menor consumo de alimento, menor peso vivo y menor número de gazapos (6.3), que en este ensayo.

Tabla 1. Consumo de alimento, con tres niveles de pericarpio de nuez pecana, por hembras California x Nueva Zelanda durante la lactancia

Semana	% Pericarpio de Nuez pecana		
	0	10	15
	Consumo de alimento en gramos		
1	381^{Be}	338^{Cc}	395^{Ad}
2	454^{Ad}	420^{Ba}	467^{Ac}
3	487^{Bb}	438^{Ca}	495^{Ab}
4	504^{Ba}	439^{Ca}	545^{Aa}
5	478^{Bc}	385^{Cb}	502^{Ab}

^{ABC}: Literales mayúsculas indican diferencia estadística ($P<0.05$) entre tratamientos. ^{abcde}: Literales minúsculas indican diferencia estadística ($P<0.05$) a través del tiempo

Tabla 2. Peso de hembras durante la lactancia, que consumieron alimento con pericarpio de nuez pecana

Semana	% Pericarpio de Nuez pecana		
	0	10	15
		g	
1	4348.6^{Ba}	4277.8^{Ca}	4516.2^{Aa}
2	4145.2^{Bc}	4047.5^{Cc}	4257.3^{Ac}
3	4146.2^{Bc}	4096.3^{Bb}	4248.9^{Ac}
4	4177.0^{Bb}	4274.8^{Ba}	4291.6^{Ab}
5	4037.2^{Ad}	3697.9^{Cd}	3902.9^{BD}

^{ABC}: Literales mayúsculas indican diferencia estadística (P<0.05) entre tratamientos
^{abcde}: Literales minúsculas indican diferencia estadística (P<0.05) a través del tiempo

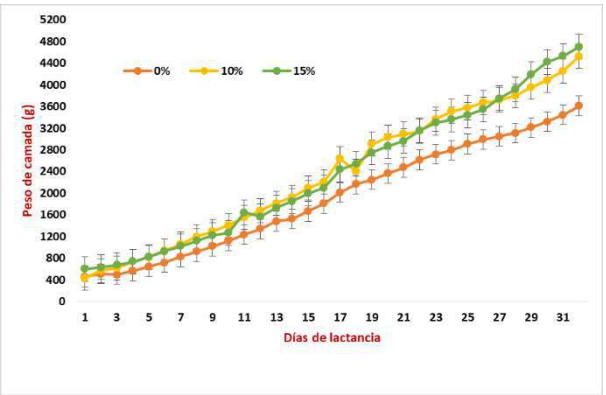


Figura 1. Peso de camada de hembras alimentadas en la lactancia con pericarpio de nuez pecana

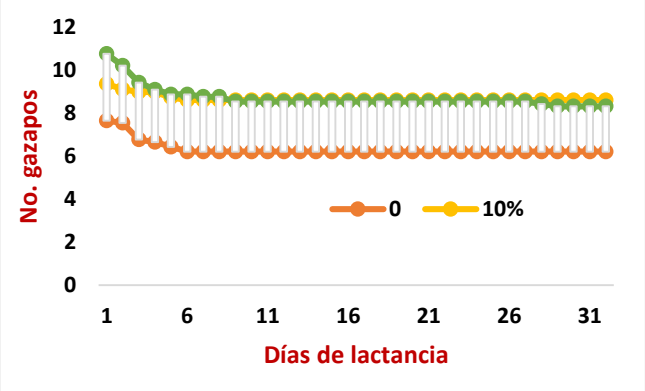


Figura 2. Gazapos vivos de hembras alimentadas en la lactancia con pericarpio de nuez

Conclusión

Incluir 15% de pericarpio de nuez en la dieta de conejas lactantes, puede favorecer mayor consumo de alimento, producción de leche, tamaño de la camada, y peso de camada.

Literatura

Dávila Rayo, L. J. (2025). *Manual técnico para crianza de conejos* (Oryctolagus cuniculus)} Soto, J. G. G. (2019). *Situación de la producción cunícola en México*. Revista Mexicana de Agroecosistemas, 6, 82-87.

Tufarelli, V., Colonna, M. A., Losacco, C., y Puvača, N. (2023). Marcadores de salud biológica asociados con el estrés oxidativo en vacas lecheras durante el período de lactancia. Metabolitos, 13(3), 405. https://doi.org/10.3390/metabo13030405

Canul-Ku, Luis Alberto; Lara-Lara, Pedro Enrique; Aguilar-Urquizo, Edgar; Ortiz-Ortiz, Jorge Ricardo;Magaña-M agaña, Miguel Ángel; Sanginés-García, José Roberto. Uso del follaje de morera (*Morus alba*) o cayena (*Hibiscus rosa-sinensis*) en la alimentación de conejas lactantes y su efecto sobre la productividad, Revista Científica, vol. XXIII, núm. 2, marzo-abril, 2013, pp. 126-133, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

EFECTO DE LA CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL DE CONEJO

Maritza Miranda-Salgado*; Liliana Ortega-González,
Sergio Soto-Simental, Maricela Ayala-Martínez

Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Instituto de Ciencias Agropecuarias.
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

mi471811@uaeh.edu.mx

Introducción

La cascarilla de café representa aproximadamente el 4% del grano y es un subproducto generado durante el proceso de tostado (Foti *et al*., 2025). Este material contiene entre 16-19% de proteína cruda, 1.5-2.8% de extracto etéreo, alto contenido de fibra (60% FDN), compuestos bioactivos como polifenoles (10.2 g equivalentes de ácido tánico $kgMS^{-1}$) y melanoidinas, que le confieren una elevada capacidad antioxidante (Foti *et al*., 2025; Tsigkou *et al*., 2025). En la etapa de engorda, la composición de la canal y la calidad de la carne son parámetros fundamentales que determinan el rendimiento económico de la producción cunícola. La grasa intramuscular, el perfil de ácidos grasos y la estabilidad oxidativa de la carne son factores que influyen directamente en la aceptabilidad del producto final (Saiz del Barrio *et al*., 2021). La inclusión de cascarilla de café podría influir en estas características debido a su particular composición nutricional y contenido de compuestos bioactivos. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de cascarilla de café sobre las características de la canal de conejo, durante la etapa de engorda, con la finalidad de determinar su viabilidad como ingrediente alternativo en la alimentación cunícola. Foti *et al*. (2025) reportaron que la inclusión de 10% de cascarilla de café en la dieta de conejos tendió a incrementar el peso corporal final y el peso de la canal, atribuible al mayor consumo de materia seca observado en los animales que recibieron cascarilla. La composición química de la carne no presentó diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a humedad, proteína, grasa y cenizas. En relación al perfil de ácidos grasos, se observó una tendencia a reducir los ácidos grasos omega-3, lo que incrementó la relación omega-6/omega-3, así como los índices trombogénico y aterogénico. El hallazgo más relevante fue la mayor resistencia a la oxidación lipídica de la carne. Esta estabilidad oxidativa se atribuye al contenido de compuestos fenólicos y melanoidinas presentes en la cascarilla de café, que actúan como antioxidantes naturales. Margüenda *et al*. (2012) reportaron que el tipo y nivel de fibra dietética influye en las características de la canal, lo cual es consistente con el uso de subproductos fibrosos como la cascarilla de café.

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo. La cascarilla de café se obtuvo del Cafetal Escudero, Xalapa, Veracruz. Se utilizaron 60 conejos de 35 d de edad, Nueva Zelanda x California, distribuidos completamente al azar en 3 tratamientos (T1-0, T2-5 y T3-10 % de cascarilla de café) y 5 repeticiones (4 conejos por repetición), los cuales fueron alojados en jaulas de 45 x 40 x 60 cm, acondicionados con bebederos automáticos y comederos de tolva, durante 28 d, se ofrecieron dietas isóproteicas (16 % PC), isoenergéticas (2.5 Mcal Kg MS^{-1}) e isofibrosas (25 % FDN) de acuerdo a los requerimientos nutricionales de De Blas & Wiseman (2020), al término de la engorda los animales se trasladaron al Taller de cárnicos del Instituto de Ciencias Agropecuarios de la UAEH, para darles muerte de acuerdo a la NOM-033-SAG/ZOO-2014, donde se midió con una cinta métrica el largo y circunferencia del animal y de la canal, así como el peso de la canal caliente, piel, patas y canal fría.

Resultados y discusión

Los conejos con la dieta con 5 % de cascarilla de café, presentaron los mayores (P<0.05) peso vivo, largo del animal y peso de la canal fría; sin embargo, al incluir 10 % disminuyeron peso vivo, largo del animal y pesos de la canal caliente y fría (Cuadro 1). Un exceso de fibra puede incrementar la velocidad de tránsito y reducir la digestibilidad de la materia seca (Margüenda et al., 2012). Estos resultados coinciden con lo reportado por Foti et al. (2025), quienes señalan que niveles elevados de subproductos de café pueden alterar el aprovechamiento de nutrientes.

Cuadro 1. Calidad de la canal de conejos alimentados con cascarilla de café

	% Cascarilla de café			
	0	5	10	EEM
Peso vivo, g	2011.7^{AB}	2113.3^{A}	1890.8^{B}	40.8
Piel, g	275.7^{A}	280.6^{A}	260.1^{A}	7.7
Patas, g	51.4^{A}	54.6^{A}	47.8^{A}	2.7
Largo del animal, cm	31.3^{AB}	32.0^{A}	30.7A^{B}	0.4
Largo de la canal, cm	32.6^{A}	32.3^{A}	31.5^{A}	0.5
Circunferencia del animal, cm	22.5^{A}	21.0^{A}	20.8^{A}	0.8
Circunferencia de la canal, cm	16.4^{A}	16.3^{A}	15.5^{A}	0.4
Peso canal caliente, g	1072.7^{A}	1129.3^{A}	990.3^{B}	21.3
Peso canal fría, g	1032.3^{AB}	1097.7^{A}	966.7^{B}	26.3

$^{A, B}$ medias en igual hilera con al menos una letra en común no son diferentes
EEM: Error estándar de la media

Conclusión

La cascarilla de café hasta en un 5 % de la dieta para la engorda de conejos mejora los pesos al final de la engorda y de la canal fría.

Literatura citada

Foti, F., Scerra, M., Caparra, P., Bognanno, M., Cilione, C., Fortugno, P., De Caria, P., Chinè, V., Mangione, G., Gagliano, S., & Chies, L. (2025). Effect of coffee silverskin on meat quality of growing rabbits. Foods, 14(5), 812. https://doi.org/10.3390/foods14050812

Margüenda, I., Nicodemus, N., Vadillo, S., Sevilla, L., García-Rebollar, P., Villarroel, M., Romero, C., & Carabaño, R. (2012). Effect of dietary type and level of fibre on rabbit carcass yield and its microbiological characteristics. Livestock Science, 145(1–3), 7–12. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.12.012

De Blas, C., & Wiseman, J. (2020). *The Nutrition of the Rabbit*. CABI Publishing.

USO DE INÓCULO EN CONTROL DE ACIDOSIS RUMINAL SUBCLINICA EN GANADO LECHERO

Cobos-Mario; Torres-Isabel*; Bárcena-Ricardo; Quero-Adrián; Ferrera-Ronald.

Colegio de postgraduados- Campus Montecillo.

*torres.isabel@colpos.mx

Introducción

La acidosis ruminal es un problema en rumiantes provocado por dietas altas en grano que son utilizadas para incrementar la producción en ganado lechero. En México la frecuencia de acidosis ruminal es 36% en vacas altas productoras (Paasch *et al.* 1997). Se estima que entre el 14 y el 42% de las muertes de ganado de corral son debido a trastornos digestivos y que se gastan en promedio 10 dólares por cabeza en su tratamiento (Snyder y Credile, 2017). Para controlar los cambios en el rumen se han utilizado amortiguadores que neutralizan la acidez por la fermentación de carbohidratos. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue comparar *in vitro* el efecto de la EB (*Enterococcus spp*.), un testigo (LRF) y un tratamiento comercial sobre los productos de fermentación de carbohidratos en variables microbiológicas pH, ácido láctico y ácidos grasos volátiles (AGV).

Materiales y métodos

Se aisló una bacteria láctica (EB) de un medio de cultivo inoculado con LRF e identificada por secuenciación del gen ARN 16s. Los tratamientos fueron: 1) LRF= liquido ruminal fresco, 2) EB= Enterobacteria, 3) LRF + EB y 4) LRF + Bicarbonato de sodio. Se hicieron cinco repeticiones para los 3 tiempos (0, 3 y 4 h) de los cuatro tratamientos. Los medios se inocularon con 1 ml de LRF o EB según el caso y 0.5 ml cuando se hizo en combinación con la EB; los medios se incubaron a 39°C por 0, 3 y 4 h. Al terminar en cada periodo se determinó el pH, ácido láctico, ácido acético, propiónico y butírico. El diseño experimental fue completamente al azar y los datos ácido láctico, AGV y pH de los medios de cultivo se analizaron con el procedimiento PROC MIXED de SAS. Las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) y la normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Resultados y discusión

La concentración de ácido láctico (Cuadro 1) fue mayor ($P<0.05$) en el tratamiento con bicarbonato a las 3 h de incubación, mientras que la menor fue para *Enterococcus* spp., lo que muestra que se da un cambio en la producción para el tratamiento con la EB, su pH no llega a la acidez al final del experimento. El tratamiento con Bicarbonato presentó la menor caída en el pH. El bicarbonato tampona los protones de los ácidos incrementando el pH ruminal mejorando la absorción de AGV (Bach *et al.,* 2023). La actividad bacteriana se afecta cuando el pH es menor de 6.0, esto por la acumulación de ácido láctico en dietas ricas en carbohidratos y poca fibra (Beauchemin *et al.*2003).

Conclusiones

La bacteria láctica disminuyó el pH y causo la baja de producción de ácido láctico cuando fermenta individualmente con relación al testigo. La adición de bicarbonato ayuda a controlar el pH del medio, pero no la producción de ácido láctico.

Cuadro 1. Cambios de pH y concentración de ácido láctico en medios de cultivo

Tiempo h	LRF	EB	LRF+ EB	LRF+ Bicarbonato	EEM
		pH			
0	6.86 ax	6.76 ax	6.84 ax	7.42 aw	0.06
3	6.53 bx	6.31 by	6.34 by	7.10 bw	0.07
4	5.71 cz	6.17 cx	5.33 cy	6.90 cw	0.11
		ácido láctico mM			
0	4.53 dy	5.74 by	1.40 dz	11.42 bx	0.11
3	5.26 cy	7.19 by	4.38 cy	14.20 bx	0.11
4	12.47 by	12.04 ay	8.48 by	20.33 ax	0.14
		Ácidos grasos volátiles			
		ácido acético mM			
0	73.71ay	73.58ay	73.22ay	73.74by	0.19
3	72.88az	73.76az	72.72az	75.92ay	0.34
4	72.33az	74.29ay	72.81az	75.28ay	0.34
		ácido propiónico mM			
0	16.01bx	15.63ax	15.97ax	15.83ax	0.11
3	16.90ax	15.47ay	16.56ax	14.66by	0.23
4	17.47ax	15.33az	16.67ax	15.39ay	0.24
		ácido butírico mM			
0	10.27ax	10.79ax	10.81ax	10.43ax	0.10
3	10.23ay	10.76ax	10.72ax	9.42bz	0.14
4	10.20ax	10.38ax	10.52ax	9.33by	0.13

a, b, c, d Medias con distinta letra en una columna son diferentes (p≤0.05).
w, x, y, z Medias con distinta letra en una hilera son diferentes (p≤0.05). EEM: error estándar de la media. LRF= liquido ruminal fresco; EB= Enterbacteria; LRF + EB= Liquido ruminal fresco + Enterobacteria; LRF + Bicarbonato= Liquido ruminal fresco + Bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$).

Literatura citada

Bach A., Baudon M., Elcoso G., Viejo J. and Courillon A. (2023). Neutralizing agents and rumen fermentation. J.Dairy Sci Vol.106 No.7.

Beauchemin KA, Yang W Z, Morgavi D P, Ghorbani GR, Kautz W, Leedle AZ. (2003). Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. J. of Anim Sci; 81: 1628-1640.

Paasch ML, Bouda J, Velázquez OV, Yabuta OA. (1997). Acidosis ruminal crónica y hallazgos patológicos en vacas lecheras de alta producción. Memorias del XIX Congreso de Buiatría. México, D.F.; 170-174.

Snyder E, y Credille B. (2017). Diagnosis and treatment of clinical rumen acidosis. Veterinary Clinics of North America: Food Anim Practice; 33: 451-461.

EFECTO DEL RASTROJO DE MAÍZ EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE CONEJOS DE ENGORDA

Ingrid Calva-Fuentes*; Maricela Ayala-Martínez; Jair Alain Cruz-Pelcastre, Sergio Soto-Simental

Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

*ca375908@uaeh.edu.mx

Introducción

La alimentación representa uno de los mayores retos dentro de la producción cunícola, ya que se buscan constantemente nuevas alternativas económicas que no afecten el rendimiento productivo. Las especies forrajeras son fuentes palatables y altamente digestibles para los conejos; sin embargo, en la práctica productiva es común enfrentarse a dietas que no cumplen estrictamente con los requerimientos energéticos necesarios (Andrade *et al*., 2022). Investigaciones recientes han demostrado que el uso de dietas altas en energía durante la engorda mejora la conversión alimenticia, mientras que proteínas de baja calidad o fibras mal equilibradas afectan negativamente la productividad (Birolo, 2023). El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la inclusión de rastrojo de maíz como fuente de fibra en dietas para conejos sobre su desempeño productivo global, buscando un equilibrio entre el aprovechamiento de esquilmos agrícolas y la eficiencia productiva.

Materiales y métodos

Se utilizaron 72 conejos de 44 d de edad, en etapa de engorda, California x Nueva Zelanda, alojados en jaulas con tres individuos cada una, con acceso libre a agua y alimento. El periodo experimental tuvo una duración de cinco semanas. Se evaluaron cuatro tratamientos con diferentes niveles de inclusión de rastrojo de maíz: T0 (testigo, 0%), T10 (10%), T20 (20%) y T30 (30%). Las dietas fueron isoproteicas (15 % PB), isoenergéticas (2.5 ED Mcal $KgMS^{-1}$), formuladas para cubrir los requerimientos nutricionales de la especie en esta etapa (De Blas & Wiseman, 2020), sin embargo, en el caso de la FDN% la concentración fue ascendente T0-30, T10-31, T20-33 y T4-34%. Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: consumo de alimento, peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia. Los datos se analizaron mediante un ANOVA en el programa Minitab®, utilizando la prueba de Fisher ($P < 0.05$) para la comparación de medias.

Resultados y discusión

Los conejos con 20 y 30 % de rastrojo de maíz en la dieta, presentaron el mayor ($P<0.05$) consumo a la quinta y sexta semanas, respectivamente; sin embargo, con 20 % se obtuvo un mayor peso a las 6 semanas (Cuadro 1). En cambio, al analizar los parámetros productivos globales, no se presentó diferencia ($P<0.05$). Contrario a este ensayo, Jones *et al*. (2024), asociaron el incremento de la ingestión con la menor densidad energética de dietas fibrosas; ya que el conejo aumenta el consumo voluntario para compensar la baja disponibilidad de energía. Farias-Kovac *et al*. (2020) indicaron que niveles elevados de fibra reducen la eficiencia de utilización de nutrientes y limitan la ganancia de peso. Sin embargo, en esta investigación el consumo y el peso fueron mejores al incrementar la cantidad de fibra, hasta niveles de 20 %. En lo que se refiere a la conversión alimenticia, en este caso no fue afectada al incluir 30% de rastrojo con un aporte global de la dieta de 34 %, lo cual contradice lo señalado por Isaí *et al*. (2016), quienes indicaron que la baja digestibilidad de la fibra lignificada del rastrojo limita la eficiencia biológica del animal.

Cuadro 1. Parámetros productivos de conejos que consumieron dietas con diferente nivel de rastrojo de maíz durante la engorda a través del tiempo

Semana	% Rastrojo de maíz				EEM
	0	10	20	30	
			G		
			Consumo		
1	108.0 ^{Ae}	104.2 ^{Bb}	109.2 ^{Ae}	110.5 ^{Ae}	0.130
2	134.5 ^{Dc}	147.7 ^{Bc}	144.4 ^{Cd}	153.9 ^{Ad}	
3	165.2 ^{Ca}	177.6 ^{Aa}	170.9 ^{Bc}	160.4 ^{Dc}	
4	152.9 ^{Db}	156.1 ^{Cb}	183.2 ^{Aa}	178.6 ^{Bb}	
5	114.9 ^{Cd}	96.8 ^{De}	174.9 ^{Bb}	196.5 ^{Aa}	
EEM			0.102		
			Peso		
0	1268.9 ^{Bf}	1304.1 ^{Af}	1237.8 ^{Df}	1298.4 ^{Cf}	
1	1615.3 ^{Be}	1695.3 ^{Ae}	1570.8 ^{Be}	1520.6 ^{Ce}	
2	1935.2 ^{Ad}	1968.4 ^{Ad}	1894.9 ^{Ad}	1842.7 ^{Bb}	
3	2191.2 ^{Bc}	2282.5 ^{Ac}	2150.6 ^{Cc}	1984.2 ^{Dc}	0.0823
4	2407.1 ^{Ab}	2338.5 ^{Bb}	2285.1 ^{Cb}	2256.3 ^{Db}	
5	2510.2 ^{Aa}	2373.8 ^{Ba}	2501.5 ^{Aa}	2349.5 ^{Ca}	
EEM			0.0539		

^{ABCD}Literales mayúsculas indican diferencia estadísticamente significativa (P<0.05) entre tratamientos; ^{abcd} Literales minúsculas indican diferencia estadísticamente significativa (P<0.05) entre tratamientos; EEM: Error estándar de la media

Conclusión

La inclusión de rastrojo de maíz en dietas para conejos de engorda puede ser de hasta 30%, sin afectación negativa en características productivas, por tanto, según precio el rastrojo de maíz puede ser un ingrediente que favorezca la rentabilidad del proceso de engorda de conejos.

Literatura citada

Andrade Yucailla, V., Bernabé Tomalá, I., Lema Carrera, M., Acosta Lozano, N., & Chávez García, D. (2022). Comportamiento productivo del *Oryctolagus cuniculus* en crecimiento alimentados con diferentes niveles de FVH de maíz. *Revista de Investigación Talentos*, 9(2), 1-15.

Birolo, M. (2023). Feeding, Nutrition and Rearing Systems of the Rabbit. *Animals*, 13(8), 1305.

Farías-Kovac, C., Nicodemus, N., Delgado, R. (2020). Effect of Dietary Insoluble and Soluble Fibre on Growth Performance and Digestibility in Growing Rabbits. *Animals*, 10(8), 1346.

Isaí, A. V., René, P. R. (2016). Caracterización del uso directo del rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) por bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5).

Jones, K. R., Karuppusamy, S., & Sundaram, V. (2024). Unraveling the promise of agroindustrial byproducts as alternative feed source for sustainable rabbit meat production. *Emerging Animal Species*, 10, 100044.

COMPOSICIÓN DE FIBRAS Y CENIZA EN PASTO *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone, ANALIZADO POR COMPONENTE MORFOLÓGICO

José A. Rueda-Barrientos[1*], Sergio Ramírez-Ordoñes[2], Nicolás Valenzuela-Jiménez[1] & Miguel A. Sánchez-Hernández[1]

[1] Universidad del Papaloapan. Instituto de Agro-Ingeniería.

[2] Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología.
*jrueda@unpa.edu.mx

Introducción

La constitución química de un pasto determina su calidad como alimento para rumiantes, mientras que el contenido de nutrientes varía entre componentes morfológicos (hoja y tallo), lo que a su vez modifica la preferencia del animal. La hoja verde constituye tanto el componente morfológico de mayor calidad nutricional, como el más preferido por los rumiantes (Bohnert *et al*., 1986). La utilización del forraje debe llevarse a cabo dentro de un intervalo de edades en el que exista un equilibrio entre la calidad y el rendimiento, factores que varían inversamente. Conocer la variación en la concentración de las fracciones de la fibra para cada componente morfológico, en función de la edad del rebrote, facilita las decisiones sobre la intensidad y frecuencia de utilización. Es usual evaluar la composición química de la planta completa. Sin embargo, de acuerdo con las preferencias de consumo del rumiante, el rendimiento y la calidad de la hoja verde deben considerarse en primer término. El factor más limitante con respecto a la calidad de forrajes maduros es la acumulación de lignina; lo que ocurre principalmente en el tallo.

Materiales y métodos

En el presente trabajo estima el contenido de fibras y ceniza para el tallo y la hoja verde del pasto Cuba OM22, de los 42 a los 154 días a intervalos de 28 días, durante el rebrote de la época lluviosa. Se determinaron Fibra detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA) y Lignina Detergente Ácido (LDA; Robertson & Van Soest, 1981) y ceniza. El contenido de hemicelulosa y celulosa se estimaron mediante la diferencia entre FDN y FDA, o entre FDA y LDA, respectivamente.

Resultados y discusión

Las hojas verdes mantienen su calidad a lo largo del rebrote, en virtud de que presentan un mayor contenido de hemicelulosa y cenizas; y menor contenido de lignina. En los tallos, el contenido de lignina se incrementa con la edad de rebrote, y el contenido de cenizas se reduce. Estos patrones son consistentes para las edades de 42 a 154 días de rebrote (Figura 1). El manejo más adecuado del pasto Cuba OM22 consiste en aprovecharlo antes de los 70 días, con tal de limitar la acumulación innecesaria de tallos maduros en la pradera. Los tallos maduros acumulados en el terreno requieren eventualmente algún manejo para desecharlos, como quema, corte o reincorporación al suelo.

Conclusiones

La calidad nutricional del tallo del pasto Cuba OM22 se reduce con aumento en la edad del rebrote, pero la hoja verde mantiene su calidad nutricional en el tiempo. El avance en la edad del rebrote implica incremento en la proporción de tallo, y reducción en calidad nutricional.

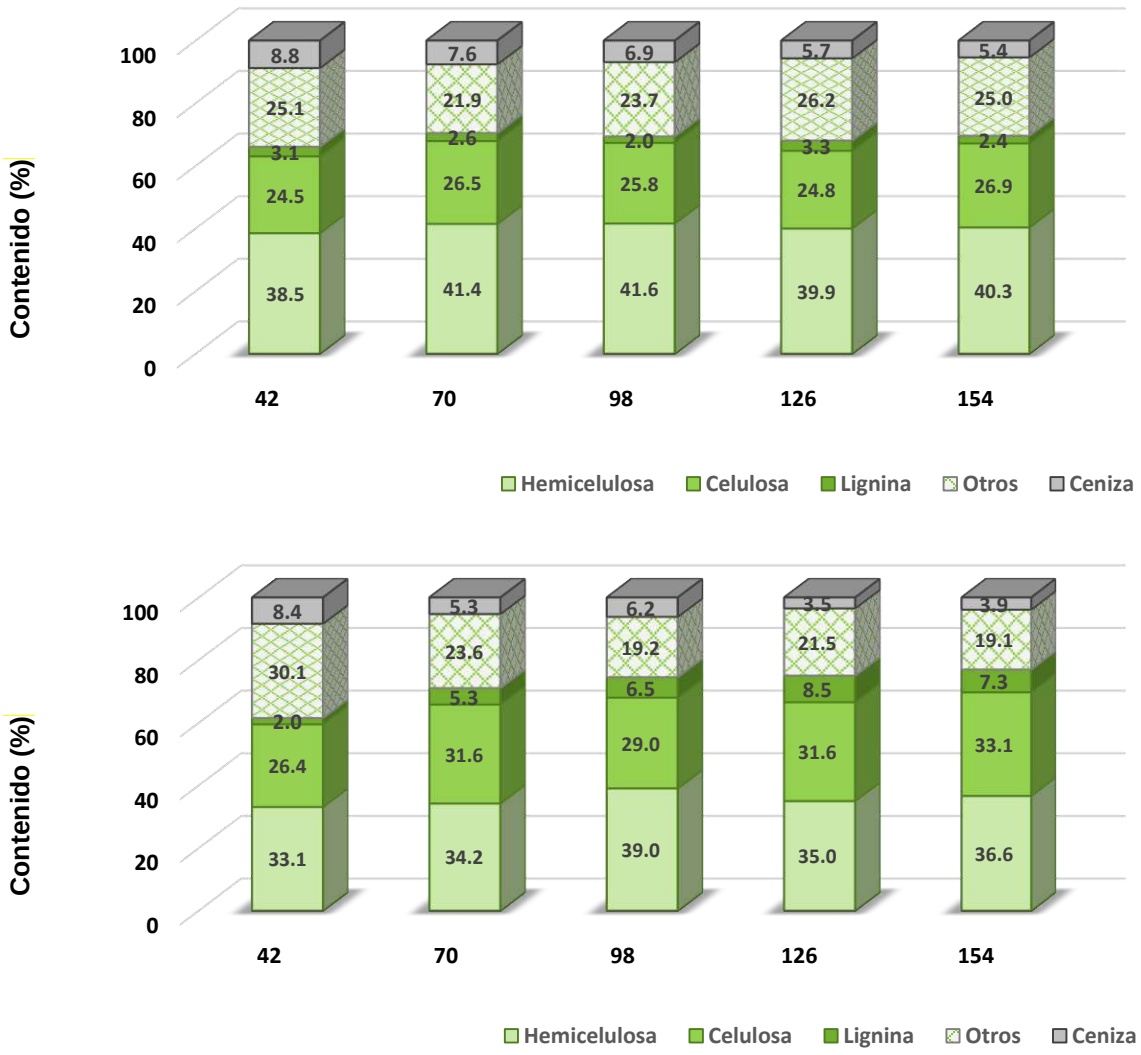


Figura 1. Composición de las fracciones de la fibra y contenido de ceniza, en hoja (arriba) y tallo (abajo) del pasto Cuba OM22 (*Cenchrus purpureus* Schumach) Morrone, en función de la edad del rebrote.

Literatura citada

Böhnert, E., Lascano, C., & Weniger, J. H. (1986). Botanical and chemical composition on the diet selected by fistulated steers under grazing on improved grass-legume pastures in the tropical savannes of Columbia. Chemical composition of forage available and selected. *Zeitschrift fuer Tierzuechtung und Zuechtungsbiologie. 103*(1).

Robertson, J. B., & Van Soest, P. J. (1981). The detergent system of analysis. In W. P. T. James& O. Theander (Eds.), The Analysis of Dietary Fiber in Foods (pp. 123–158). Marcel Dekker.

ASPECTOS AGRONÓMICOS DE TRIGUILLO INTERMEDIO (*Thinopyrum intermedium*) AL VARIAR SEVERIDAD Y RESERVAS AL CORTE

Guillermo Cruz-Muthé[1]; Pedro Arturo Martínez-Hernández[1*]; Enrique Cortés-Díaz[2]; José Luis Zaragoza-Ramírez[1].

[1]Departamento de Zootecnia, [2]Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo.

*pmartinezh@chapingo.mx

Introducción

Triguillo Intermedio forrajera perenne se adaptable clima y suelos del noroeste del Estado de México, producto de su mejoramiento genético se liberó la variedad *Manifest*, tolerante a suelos poco fértiles, sequía y enfermedades, además protege al suelo de la erosión (USDA- NRCS, 2011). En la gestión de forrajeras perennes, al momento de la corte, la severidad y reservas influyen sobre el rebrote y persistencia de éstas (Jones *et al*., 2017). El objetivo fue describir el desempeño agronómico de Triguillo Intermedio (*Thinopyrum*. *intermedium* var. Manifest) a tres severidades y de niveles de reservas, para generar información cuantitativa sobre la gestión de esta gramínea como fuente forraje.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en invernadero con nueve en arreglo factorial 3 x 3 y uno de plantas con una sola cosecha realizada al final del experimento, con tres severidades: 0, 2.5 y 5 cm y tres niveles de reservas: bajo, medio y alto. En vasos de plástico de 1 l, con 450 g de suelo secado al sol y cribado a 2 mm, se sembraron cinco semillas a 1 cm de profundidad. A 40 días de la siembra y emergidas las plántulas se aclareo para dejar una planta por vaso. Diario, de la siembra y hasta el último corte se mantuvo húmedo el suelo y toda especie espontánea se retiró. Al azar, a cinco vasos se les asignó uno de los nueve tratamientos y a tres se les asignó una corte al final del experimento factorial, la unidad experimental. A tres meses de la siembra se aplicó corte de homogenización a severidad de 5 cm, el material cosechado fue removido del vaso sin medición alguna. Posterior al corte de homogenización, se realizaron cinco cortes consecutivos cada 28 días. Para aplicar el nivel de reservas, antes del día del corte respectivo, las plantas se colocaron en oscuridad total por 0, 48 y 96 horas, para los niveles alto, medio y bajo, respectivamente. Las mediciones fueron: peso base seca de la biomasa aérea acumulada de los cinco cortes y peso y volumen de la masa radical posterior al último corte. El análisis estadístico, fue análisis de varianza para un modelo complemente al azar con 5 y 3 repeticiones, las medias se separaron por Tukey (α=0.05).

Resultados y discusión

Las plantas con una cosecha tuvieron 2.0, 2.8 y 2.4; 5.1, 36.1 y 15.5 veces mayor biomasa aérea, peso y volumen de raíz que los tratamientos 5/nivel alto de reservas y 0/nivel bajo de reservas, respectivamente (Cuadro 1). Peso de raíz fue el componente más afectado por la estrategia de corte aplicada. La menor biomasa aérea, peso y volumen de raíz en plantas con cortes consecutivos en comparación con las plantas a un corte no implica que convenga no cortar, sino la importancia que tiene el aplicar estrategias de corte que permita no tan solo el mejor desempeño sino también la mayor persistencia, evitar que las plantas se mueran por una estrategia equivocada**.**

Cuadro 1. Biomasa aérea acumulada, peso y volumen de masa radical en Triguillo Intermedio sujeto a cinco cortes consecutivos a tres severidades de corte y niveles de reserva y con un solo corte al final de los cinco cortes consecutivos.

Tratamientos	Biomasa aérea acumulada (g/planta)	Peso de masa radical (g/planta)	Volumen de masa radical (ml/planta)
0/bajo	2.24d	0.20 d	1.67 c
0/medio	3.45cd	0.50 cd	3.66 bc
0/alto	4.07bcd	1.33 bcd	6.33 bc
2.5/bajo	3.98bcd	1.03 bcd	4.67 bc
2.5/medio	3.51bcd	0.93 bcd	5.33 bc
2.5/alto	4.17bcd	1.10 bcd	6.33 bc
5/bajo	3.88bcd	1.50 bcd	7.33 bc
5/medio	4.56bc	2.00 bc	8.67 bc
5/alto	5.63b	2.53 b	10.67 b
Una corte	11.33 a	7.23 a	26.00 a

a,b,…Medias en la misma columna con al menos una literal en común no son diferentes (Tukey, α=0.05)

Con corte más cercano al suelo, mayor el tiempo en que la raíz deja de expandirse, las reservas alimentan al tejido aéreo antes que a la raíz (Temu *et al*., 2016). Nivel bajo de reservas es equivalente a cortes sucesivos muy frecuentes, Rojas *et al*. (2019) encontraron que a cortes frecuentes la masa radical no recibía reservas para crecer y cumplir con la función de proveer de agua a la planta y ésta quedaba en riesgo de morir.

Conclusiones

La severidad y nivel de reservas al momento del corte determinan la viabilidad forrajera de Triguillo Intermedio.

Literatura citada

Jones G.B, Alpuerto J.B., Tracy B.F., Fukao T. 2017. Physiological effect of cutting height and high temperature on regrowth vigor in Orchardgrass. Front. Plant Sci. 8:805. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00805

Rojas G. A. R., Mendoza P. S. I., Maldonado P. M. de los Ángeles, Álvarez. P., Torres S. N., Cruz H. A., Vaquera H. H., Joaquín C. S. 2019. Rendimiento de forraje y valor nutritivo de alfalfa a diferentes intervalos de corte. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(4), 849-858. https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1695.

Temu V.W., Johnson D., Kering M. K. 2016. Effects of Root-trimming and Cutting-heights on Growth Performance of Potted Native Warm-season Grasses. Journal of Plant Studies, 5 (2) 22-31. http://dx.doi.org/10.5539/jps.v5n2p2.

USDA-NRCS. 2011. Fact Sheet for Manifest intermediate wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*). Bismarck Plant Materials Center, Natural Resources Conservation Service. ndpmcrb10626.pdf (usda.gov)

DESEMPEÑO DE BECERROS HOLSTEIN X ANGUS EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN LECHERA EN MEXICALI

Vielka Jeanethe Castañeda-Bustos[1*]; Brígido Quintana-Martínez[1]; Marisol Galicia-Juárez[1]; Blanca Margarita Montiel-Batalla[1]; Jimena Achiquen-Millan[1]; Rodrigo Flores-Garivay[1]; Rosalva Lazalde-Cruz[2]

Universidad Autónoma de Baja California, [1]Instituto de Ciencias Agrícolas. [2]Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias.

*vielka.castaeda@uabc.edu.mx

Introducción

En la última década, el crecimiento poblacional ha generado un evidente incremento en la demanda de alimentos, servicios y espacios habitacionales, esto último también ha generado una reducción en los terrenos destinados a la producción de alimentos, por lo que el sector primario se ha visto forzado a buscar estrategias y soluciones que permitan producir de forma más eficiente y a un menor costo. De este modo, se han buscado alternativas para proporcionar alimentos proteicos para suplir las necesidades de los humanos, tales como generación de genotipos con crecimiento más acelerado, o con mejor eficiencia productiva. En este sentido, el sector lechero ha experimentado un cambio de paradigma, denominado comúnmente “carne en leche”, que se refiere al cruzamiento de razas cárnicas como la Angus con las vacas Holstein, buscando de este modo la diversificación de sus productos (Dezetter *et a*l., 2017), pues al obtener becerros Holstein x Angus, se puede mejorar el valor comercial de aquellas crías que no serán destinadas a reemplazo (Berry, 2021), ya que la raza Angus mejora la eficiencia de conversión alimenticia y la calidad de la canal (Guevara *et al*., 2020). Además de esto, algunos autores han encontrado que se ha mejorado la longevidad y el desempeño reproductivo del hato lechero debido a una disminución en la incidencia de problemas al parto por la selección de toros Angus con potencial genético de facilidad al parto (McHugh *et al*., 2020). Lo antes mencionado evidentemente impacta en la rentabilidad del sector lechero; sin embargo, se debe de tener en cuenta la evaluación genética de la población para identificar a las hembras con mayor potencial cárnico para maximizar los beneficios de este esquema (Cunha *et al*., 2022). El presente estudio se centra en la evaluación del desempeño de los becerros Holstein cruzados con las dos variantes disponibles de la raza Angus (rojo y negro) en comparación con los becerros Holstein puros para el incremento de peso a los 60 días de edad.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California situado en el Ejido Nuevo León en Mexicali, Baja California. El clima en la región es árido seco (BWh) con temperaturas máximas en verano (≥ 42°C) y mínimas en invierno (≤ 0°C), y con precipitaciones anuales promedio de 85 mm, en los meses noviembre y diciembre. Se emplearon 24 becerros, ocho de cada genotipo (HO: Holstein puro; HAR: Holstein x Angus Rojo; y HAN: Holstein x Angus Negro); de los cuales, cuatro fueron hembras y cuatro machos. Los becerros se pesaron al nacimiento y al destete (60 días). La variable que se analizó fue el incremento de peso a los 60 días (P60) con respecto del peso al nacimiento (PN); esto para tener mejor claridad acerca del ritmo de crecimiento por genotipo. La proporción de incremento de peso a los 60 días (PIP60) se calculó de la siguiente forma: (P60 – PN) / PN; de este modo se obtuvo el número de veces que incrementó su peso al nacimiento después de 60 días. Los análisis estadísticos se realizaron por sexo a través de un modelo lineal que incluyó el efecto del genotipo. Para la edición de datos y el análisis estadístico se utilizó el software de uso libre R v4.5.2.

Resultados y discusión

Se encontraron diferencias significativas para PIP60 entre genotipos en ambos sexos (Cuadro 1). Pudo observarse un cambio de comportamiento en los genotipos HAN y HAR entre hembras y machos; así como mayor PIP60 en hembras que en machos para los tres genotipos evaluados. Esto quizá se debió a que el crecimiento de los machos se potencializa a mayor edad.

Cuadro 1. Medias ± desviación estándar para la proporción de incremento de peso a los 60 días de los tres genotipos evaluados

Sexo	Genotipo	Media ± de
Hembra	HO	1.13 ± 0.25 [a]
	HAN	1.10 ± 0.11 [a]
	HAR	0.87 ± 0.30 [b]
Macho	HO	0.89 ± 0.44 [a]
	HAR	0.83 ± 0.10 [ab]
	HAN	0.68 ± 0.05 [b]

Conclusiones

El incremento de peso a los 60 días con respecto del peso al nacimiento de los Holstein fue mayor a cualquiera de las dos cruzas evaluadas. Existe un efecto de sexo para el incremento de peso a los 60 días con respecto del peso al nacimiento en los genotipos evaluados.

Literatura citada

Berry, D. P. (2021). Genetics and breeding of dairy-beef. *Journal of Dairy Science*, 104(12), 12119-12135.

Cunha, F., et al. (2022). Economics of using beef semen in dairy herds. *Frontiers in Animal Science*, 3, 856034.

Dezetter, C., et al. (2017). Impact of crossbreeding with beef bulls on genetic improvement and profitability of dairy herds. *Animal*, 11(7), 1105-1114.

Guevara, J. C., et al. (2020). Comparison of growth performance and carcass traits of Holstein and Angus x Holstein crossbred steers. *Meat Science*, 161, 107994.

McHugh, N., et al. (2020). Gestation length and calving traits in dairy-beef crossbreds. *Journal of Animal Science*, 98(5).

FACTORES BIOFISIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA MICROLITIASIS TESTICULAR EN TOROS TROPICALES

Jonathan Arreola-Silva[1*]; María Benedicta Bottini-Luzardo[1]; Luis Antonio Saavedra-Jiménez[2]; Paulino Sánchez Santillán[1]; Jahdai Hernández-Morales[1]; Félix de Jesús Mayren-Mendoza[1]

[1]Universidad Autónoma de Guerrero; [2]Universidad Autónoma Chapingo

*23500813@uagro.mx

Introducción

La Microlitiasis Testicular (MT) es una patología que se caracteriza como micro calcificaciones; su relevancia clínica radica en su posible asociación con infertilidad en machos afectados, considerándose la obstrucción de los túbulos seminíferos por cálculos, como uno de los mecanismos implicado (Galván *et al*., 2021). En México, la prevalencia de MT oscila de 16.5 a 41.74% (Saavedra *et al.,* 2022; Medel-Martínez *et al*., 2023); estos últimos autores encontraron que en bovinos reduce la calidad espermática. La eficiencia reproductiva es un factor determinante en la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción (Lassala *et al*., 2020). Sin embargo, la MT es una patología poco conocida; la información científica disponible sobre sus factores asociados es limitada. El objetivo del estudio fue determinar la correlación de los factores biofisiológicos con la presencia de microlitiasis testicular en bovinos de la Costa Chica de Guerrero.

Materiales y métodos

Se analizaron 400 evaluaciones andrológicas realizadas en los municipios de Azoyú, Ometepec, Cuajinicuilapa y San Marcos de la región Costa Chica de Guerrero, entre los años 2018-2025, se tomaron datos de factores biofisiológicos como: edad (años), especie *Bos taurus (Bt)* y *B. indicus* (Bi), cruzas *Bt x Bi* y circunferencia escrotal (CE). Los datos se analizaron mediante un método estadístico inferencial y regresión logística binomial, utilizando el programa estadístico SPSS ®.

Resultados y discusión

La frecuencia de la muestra con MT fue de 16.5 y 83.5% con y sin presencia de MT, respectivamente. La especie (*B. taurus o B. indicus*) fue el factor biofisiológico con mayor asociación a la presencia de MT (p = 0.014).

Cuadro 1. Factores biofisiológicos asociados a la ocurrencia de Microlitiasis Testicular en bovinos

Efecto	-2 Log likelihood	Chi-cuadrada	Gl	Sig.
Intercepto	72.244	0.000		
Especie	97.420	25.176	12	0.014
Edad	77.446	5.202	6	0.518
CE	81.684	9.440	6	0.150

La prevalencia de MT registrada en este estudio fue menor al 41.7% registrado por Medel-Martínez *et al*. (2023) en la misma región. La especie (*B. taurus o B. indicus*) fue la única de las tres variables con asociación a la presencia de MT, lo que coincide con Saavedra *et al*. (2022) y Medel- Martínez *et al*. (2023). La variación entre especies, *B. taurus y B. indicus,* en conformación genética, desarrollo testicular y madurez sexual determinen esta asociación.

Conclusión

La frecuencia de aparición de los Microlitiasis Testicular muestra asociación con la especie *B. taurus* o *B. indicus* a la que pertenezca el bovino.

Literatura citada

Galván, A., Cruces, M., García, S., Espinosa, L., Suárez y Guzmán, S. (2021). Microlitiasis testicular una patología rara y poco conocida. Reporte de casos y revisión de literatura. Revista Mexicana de Urología. 81, 1-8. doi.org/10.48193.

Lassala, A., Hernández-Cerón, J., Pedernera, M., González-Padilla, E., & Gutiérrez, C. (2020). Cow-calf management practices in Mexico: Reproduction and breeding. *Veterinaria México*, 7(1).

Medel-Martínez, E. A., Saavedra-Jiménez, L. A., & Bottini Luzardo, M. B. (2023). Testicular microlithiasis negatively affects sperm quality in bovine sires. *Studies in Environmental and Animal Sciences*, 184-193.

Saavedra-Jiménez, L. A., Olvera-Ramírez, J. F., Núñez-Martínez, G., & Bottini-Luzardo, M. (2022). Exploratory study: testicular microlithiasis in cattle from the Costa Chica region. *Agro productividad*, 15(4). pp: 89-94.

DETECCIÓN DE GANADO Y ESTIMACIÓN DE PESO MEDIANTE FOTOGRAFÍA AÉREA CAPTURADA CON DRON

Antonio Velázquez-Beltrán*; Gilberto de Jesús López-Canteñs; Juan Carlos Olguín-Rojas; Noé Velázquez-López

Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo.

*al24520734@chapingo.mx

Introducción

El pesaje y monitoreo del ganado en sistemas extensivos suele realizarse mediante procedimientos manuales que consumen tiempo, requieren infraestructura y pueden inducir estrés animal. La ganadería de precisión ha incorporado sensores, visión por computadora y aprendizaje automático para automatizar tareas de detección, medición y seguimiento, apoyando decisiones de manejo basadas en datos (Benos *et al*., 2021). En particular, la detección de bovinos en imágenes capturadas con vehículos aéreos no tripulados (UAV) es un paso crítico para aplicaciones posteriores como conteo, localización y análisis de rasgos corporales (Barbedo *et al*., 2019). Para estimar peso sin contacto, se han explorado enfoques basados en segmentación y medición morfométrica. En imágenes RGB (Rojo, Verde y Azul) es posible segmentar partes corporales con precisión elevada, habilitando la extracción de medidas relevantes para evaluar condición corporal y bienestar (Jia *et al*., 2021). Además, la reconstrucción 3D a partir de datos UAV (estéreo RGB, video o LiDAR) permite estimar dimensiones como altura a la cruz y peso, con errores reportados del orden de centímetros para altura y decenas de kilogramos para peso, mostrando potencial en campo (Los *et al*., 2023). Por su parte, el análisis de nubes de puntos con aprendizaje profundo (por ejemplo, PointNet++) ha logrado estimaciones de peso con MAPE (Error Porcentual Absoluto Medio) cercano a 3% y RMSE (Error Cuadrático Medio) alrededor de 10 kg en escenarios de granja (Hou *et al*., 2023). El objetivo general del estudio fue implementar y probar algoritmos de procesamiento de imágenes para la detección y estimación del peso del ganado utilizando fotografía aérea con drones.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el Ranchito de la Universidad Autónoma Chapingo. La adquisición de datos se realizó con un dron DJI Mavic 3 E, efectuando vuelos sobre corrales experimentales. Se capturaron imágenes y video a diferentes altitudes con el fin de evaluar su influencia sobre la detección y la reconstrucción. El procesamiento fotogramétrico se efectuó para generar ortomosaicos y modelos 3D (nubes de puntos) a partir de imágenes superpuestas. Para la detección de bovinos en imágenes UAV se emplearon modelos de visión por computadora, considerando que la detección robusta es determinante para posteriores mediciones y análisis en escenarios extensivos (Barbedo *et al*., 2019). La estimación de peso se planteó a partir de variables morfométricas derivadas de la geometría 3D (por ejemplo, altura, longitud y/o volumen estimado), siguiendo evidencia de que el modelado 3D desde UAV es viable para inferir peso en campo (Los *et al*., 2023). Cuando se dispone de nubes de puntos densas, se contempla el uso de métodos de aprendizaje profundo para segmentación/selección de regiones y extracción de rasgos, como se ha reportado en aproximaciones basadas en PointNet++ (Hou *et al*., 2023).

Resultados y discusión

La detección automática permitió identificar individuos, requisito indispensable para medición y seguimiento en ganadería extensiva (Barbedo *et al*., 2019). El aprendizaje profundo sobre nubes de puntos puede alcanzar altas precisiones en segmentación y estimación de peso, con MAPE

cercano a 3.2% y RMSE alrededor de 10.2 kg reportados en granja (Hou *et al*., 2023). Además, la segmentación de partes corporales en datos RGB-profundidad puede apoyar la medición consistente de regiones anatómicas, aunque la variabilidad postural y oclusiones influyen en la calidad de las mediciones (Jia *et al*., 2021). Entre los principales factores que afectan el desempeño se encuentran la resolución espacial (GSD), la altura de vuelo, la iluminación, el movimiento del animal y las oclusiones. En escenarios con movimiento, la captura desde múltiples vistas y la sincronización de datos son determinantes para obtener reconstrucciones 3D utilizables (Los *et al*., 2023). Por tanto, la integración de UAV con reconstrucción 3D y algoritmos de detección ofrece una ruta viable para reducir el monitoreo manual, con potencial de escalamiento hacia procesamiento más automatizado (Benos *et al*., 2021).

Conclusiones

La combinación de adquisición aérea con drones, fotogrametría y visión por computadora permite detectar ganado para estimar peso de forma no invasiva. En condiciones reales, el desempeño depende de la calidad de captura (altitud, GSD, iluminación y movimiento) y de la robustez de los algoritmos de detección/segmentación. En conjunto, los resultados respaldan la viabilidad de integrar UAV e inteligencia artificial como herramientas de ganadería de precisión.

Literatura citada

Barbedo, J. G. A., Koenigkan, L. V., Santos, T. T., & Santos, P. M. (2019). A study on the detection of cattle in UAV images using deep learning. Sensors, 19, 5436. https://doi.org/10.3390/s19245436

Benos, L., Tagarakis, A. C., Dolias, G., Berruto, R., Kateris, D., & Bochtis, D. (2021). Machine learning in agriculture: A comprehensive updated review. Sensors, 21(11), 3758. https://doi.org/10.3390/s21113758

Hou, Z., Huang, L., Zhang, Q., & Miao, Y. (2023). Body weight estimation of beef cattle with 3D deep learning model: PointNet++. Computers and Electronics in Agriculture, 213, 108184. https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108184

Jia, N., Kootstra, G., Groot Koerkamp, P., Shi, Z., & Du, S. (2021). Segmentation of body parts of cows in RGB-depth images based on template matching. Computers and Electronics in Agriculture, 180, 105897. https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105897

Los, S., Mücher, C. A., Kramer, H., Franke, G. J., & Kamphuis, C. (2023). Estimating body dimensions and weight of cattle on pasture with 3D models from UAV imagery. Smart Agricultural Technology, 4, 100167. https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100167

EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL GUSANO BARRENADOR: UN ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO

Fernando González-Cerón[1]; Liliana Aguilar-Marcelino[2]; Alex Córdoba-Aguilar[3]; Laura Olivia Arvizu-Tovar[4]; Katia Isabel Herrera-Quevedo[2]; Angel Saul Cruz-Ramírez[5]*

[1]Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad. [3] Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. [4] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [5] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales

*cruz.saul@inifap.gob.mx

Introducción

Cochliomyia hominivorax conocido como gusano barrenador del ganado (GBG) es un parásito de importancia económica a nivel mundial (Grisi et al., 2014). Este parásito afecta a animales criados y de producción con fines pecuarios, de las zonas forestales y domésticos en las ciudades. A partir de la nueva infestación en México en noviembre de 2024, se cerró la frontera para exportaciones de ganado a Estados Unidos. Por tal motivo, su estudio es de creciente interés en la comunidad académica y en la administración pública federal. El objetivo de la presente investigación fue identificar los principales enfoques de investigación socioeconómica internacional en GBG mediante un análisis de minería de textos. Este objetivo es clave para establecer estrategias de control del parásito.

Materiales y métodos

Se utilizó la base de datos de Scopus con el siguiente código de búsqueda: TITLE-ABS-KEY (("Cochliomyia hominivorax" OR screwworm) AND (econo* OR social* OR socioeconomic*)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "bk")). La búsqueda incluyó documentos publicados en inglés, español y portugués. Se eliminaron revisiones de literatura elaboradas previamente dentro de la base de datos resultante. Se obtuvieron 99 documentos en Scopus una vez depurada la base de datos con los criterios anteriores. El período de publicaciones fue de 1966 a 2025. Se realizó un análisis bibliométrico (Matorevhu, 2024) de minería de textos a títulos y resúmenes de los documentos en la base de datos con el software VOSviewer. Los resultados se graficaron con el algoritmo “fuerza de asociación” para conocer los clústeres temáticos.

Resultados y discusión

Se identificaron 5 enfoques de investigación en el análisis en red a partir de los términos extraídos por minería de textos (Figura 1a). El primer enfoque fue sobre las infestaciones que han afectado animales y humanos (clúster rojo). Este enfoque toma en cuenta factores como la edad, tratamientos y mortalidad. El documento con mayor influencia en este contexto fue el de Grisi et al. (2014) que menciona que la mortalidad y la disminución del rendimiento son efectivos para medir el impacto económico de esta enfermedad parasitaria. Esta tendencia ha prevalecido en los estudios posteriores a 2014 (Figura 1 b). El segundo tuvo como tema clave la técnica del insecto estéril y los programas de erradicación (clúster verde). América Central destacó como caso de éxito con publicaciones promedio hacia el año de 2009. El tercer enfoque se desarrolló en el contexto de GBG del viejo mundo (clúster azul). Destacaron los estudios realizados en África y Australia con análisis costo-beneficio de la invasión y expansión del insecto. El cuarto enfoque se relacionó con las severas pérdidas económicas provocadas por la resistencia a insecticidas y

mutaciones del GBG. Con menor cantidad de publicaciones, en el quinto enfoque destacó la relación entre condiciones socioeconómicas y casos de miasis en humanos. Este resultado ya había sido evidenciado por Hall et al. (2016) en cuanto a la prevalencia de estudios en animales domésticos en detrimento de la investigación sobre riesgos de contagios en humanos.

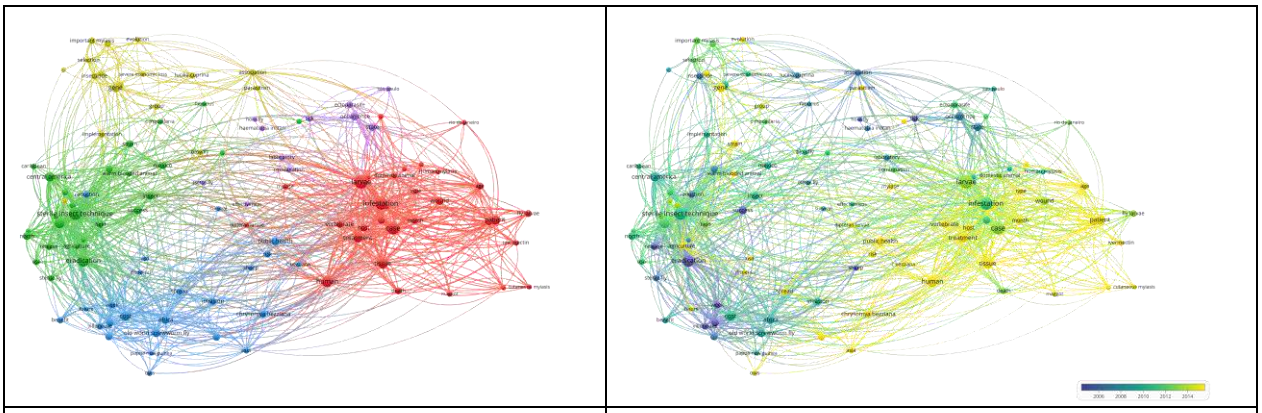


Figura 1. a) Mapa de co-ocurrencia de términos sobre investigaciones internacionales de GBG. b) Tendencias en el tiempo sobre investigaciones internacionales de gusano barrenador del ganado.

Conclusiones

De los 5 enfoques de investigación sobre GBG, destacó el análisis de las afectaciones mediante mortalidad y disminución del rendimiento en la producción pecuaria, así como la necesidad de ampliar los estudios de afectaciones en humanos. Los próximos estudios podrían encaminarse a los contextos de erradicación con enfoque de Una Salud, utilizando métodos sustentables y sostenibles. Este contexto debe llevarse a cabo a una escala global.

Literatura citada

Grisi, L., Leite, R. C., Martins, J. R. D., de Barros, A. T. M., Andreotti, R., Cançado, P. H. D., de León, A. A. P., Pereira, J. B., & Villela, H. S. (2014). Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária,* 23(2), 150–156. https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042

Matorevhu, A. (2024). Bibliometrics: Application Opportunities and Limitations. In O. J. de Oliveira (Ed.), *Bibliometrics - An Essential Methodological Tool for Research Projects* (Vol. 1, pp. 1–17). IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.1005292

Hall, M. J. R., Wall, R. L., & Stevens, J. R. (2016). Traumatic Myiasis: A Neglected Disease in a Changing World. In M. R. Berenbaum (Ed.), *Annual Review of Entomology*, Vol. 61, pp. 159–176. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023655

Capítulo 5. Ciencia del Suelo, Fertilidad y Nutrición Vegetal

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SILICIO Y SELENIO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

David Díaz-Avilés[1*]; María Guadalupe Peralta-Sánchez[1]; Manuel Sandoval-Villa[1]; Fresia Pacheco-Sangerman[1]; Juan Elías Sabino-López[2]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Motecillo. [2] Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales.

*Correo-e: diaz.david@colpos.mx

Introducción

México es el octavo productor mundial de tomate fresco y el principal exportador con 2 061 357.8 Mg en el 2024 con un valor estimado de US$ 3 331 817 000 (FAOSTAT, 2026). En México en el 2025 se sembraron 42 111 ha (8 % menos que el año anterior), de las cuales solo 39 mil se cosecharon equivalente a disminución el 11.9 % en la producción, disminución que se atribuye al cambio climático en las principales zonas productoras (SIAP, 2026). Frente a este panorama cobra importancia la aplicación de bioestimulantes para mitigar los efectos por estrés abiótico, entre los cuales destaca la aplicación de elementos benéficos como silicio y selenio, el primero fortalece los tejidos y mejora la eficiencia fisiológica y el segundo activa el sistema antioxidante frente al estrés oxidativo, causado por diferentes tipos de estrés (Kaur *et al.,* 2015). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de silicio (Si) y selenio (Se) en la producción y calidad de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en hidroponía e invernadero.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en invernadero durante el ciclo primavera verano 2025. Se utilizó la variedad comercial tipo saladette “Mesías” (HM Clause®). Se sembró el 21 de abril en charolas de poliestireno de 200 cavidades con turba y perlita como sustrato (relación 60:40 v/v). Se trasplantó 33 días después de la siembra en bolsas negras de polietileno de 14 L (una planta por bolsa), con tezontle tamaño de partícula de 2-5 mm. El cultivo se manejó hasta el séptimo racimo, se rego la solución nutritiva de Cadahía y Segura (1998). El diseño experimental consistió en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2, dos niveles de Si (0 y 100 mg L^{-1}) se usó Na_2SiO_3•$9H_2O$ al 99 % Fermont® y dos niveles de Se (0 y 20 mg L^{-1}) empleando Na_2SeO_4 al 95 % Sigma Aldrich®, lo que resultó en cuatro tratamientos, con tres repeticiones. La aplicación de tratamientos fue foliar entre los 20 a 118 días después del trasplante (ddt), en intervalos de 15 días. Los frutos cosechados se sometieron a una depreciación de calidad con base en el peso, frutos <50 g no fueron tomados en cuenta dentro del análisis de datos, esto se realizó con ayuda de una balanza digital (OHAUS® Scout Pro). Para las variables de calidad se eligieron dos frutos representativos de las cinco cosechas más abundantes, se les evaluó: sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT) con un refractómetro (Ataggo® 7101). A los valores obtenidos se les realizó un análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Los resultados mostraron que la aplicación de Si, Se y su combinación no incrementan el rendimiento y número de frutos, e incluso la aplicación de 20 mg L^{-1} de Se disminuye 29 % la producción de frutos respecto al testigo. En las variables de calidad, no existieron diferencias significativas excepto AT donde el Se reduce 27.2 % el porcentaje de ácidos orgánicos en los frutos de tomate (Cuadro 1). Los resultados de este estudio difieren con Hu *et al.* (2023) quienes mencionan que con Si y Se incrementó el rendimiento y número de frutos de 16 y 12.6 %, respectivamente.

Por otro lado, aplicaciones con 100 mg L^{-1} de Si incrementó en la AT, mientras que cuando únicamente se aplicó Se (20 mg L^{-1}) la AT disminuyó, este comportamiento concuerda con lo

reportado por Carbajal-Vázquez *et al.* (2023) quienes encontraron un aumento de la AT con la aplicación de 75 mg L^{-1} de Si en comparación con el testigo.

Cuadro 1. Rendimiento y calidad de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con la aplicación de Si y Se.

Concentración (mg L^{-1})		Rendimiento (kg)	Número de frutos	SST (°Brix)	AT (%)
Si	Se				
0	0	3.07 a	32.00 ab	7.92 a	50.85 a
100	0	3.30 a	35.33 a	8.05 a	50.40 a
0	20	2.19 a	22.66 c	7.04 a	37.00 b
100	20	2.35 a	25.00 bc	7.85 a	54.20 a

Medias con letras distintas en cada variable indican que existen diferencias estadísticas significativas (Tukey, P≤ 0.05). SST: sólidos solubles totales, AT: acidez titulable

Cuadro 2. Comparación de medias donde de la aplicación de Si o Se afecto o mejoro la respuesta en distintas variables de rendimiento y calidad de frutos.

Se (mg L^{-1})	Rendimiento (kg $planta^{-1}$)	Número de frutos	Si (mg L^{-1})	Acidez titulable (%)
0	3.19 a	33.66 a	0	43.92 b
20	2.27 b	23.83 b	100	52.30 a

Medias con letras distintas en cada variable indican que existen diferencias estadísticas significativas (Tukey, P≤ 0.05).

Conclusiones

La aplicación conjunta de Si y Se no mejoró el rendimiento y la calidad de frutos de tomate. Con la aplicación de 20 mg L^{-1} Se inhibe la producción de frutos y rendimiento, mientras que con 100 mg L^{-1} de Si se promueve el incremento de la AT.

Literatura citada

Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT. (2026). *Conjunto de datos QCL — Crops and Livestock Products* [Base de datos]. Recuperado el 8 de febrero de 2026, de https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. (2026). Avance de siembras y cosechas. Gobierno de México. Recuperado el 8 de febrero de 2026, de https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/.

Kaur**,** S., Kaur, N., Siddique, K. H. M., / Nayyar, H. (2015). Beneficial elements for agricultural crops and their functional relevance in defence against stresses. *Archives of Agronomy and Soil Science* 62(7). 905-920*.* https://doi.org/10.1080/03650340.2015.1101070

Hu, W., Su, Y., Yang, R., Xie, Z. & Gong, H. (2023). Efecto de la aplicación foliar de silicio y selenio en el crecimiento, el rendimiento y la calidad del fruto del tomate en campo. *Horticulturae*. 9 (10), 1126. https://doi.org/10.3390/horticulturae9101126

Carbajal-Vázquez, V. H., Gómez-Merino, F. C., Alcántar-González, G., Herrera-Corredor, J. A., Contreras-Oliva, A., & Trejo-Téllez, L. I. (2023). Sodium chloride and silicon affect yield and quality of tomato fruits. *Agrociencia,* 57 (3). https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i3.2967

CADMIO AFECTA LA CONCENTRACIÓN DE MICRONUTIMENTOS EN PLANTAS DE CHILE (*Capsicum annuum* L.)

María de la Luz Buendía-Valverde*; Fernando Carlos Gomez-Merino; Libia Iris Trejo-Téllez, Y. Leticia Fernández-Pavía; Josué Rodríguez-Hernández

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

*buendia.luz@colpos.

Introducción

El cadmio (Cd) es un elemento químico no esencial en plantas, categorizado como contaminante ambiental y como el séptimo metal más peligroso debido a su toxicidad y capacidad de acumulación. Se encuentra disperso en el ambiente de manera natural y por actividades antropogénicas, principalmente por el uso excesivo de fertilizantes y la descarga de desechos industriales, que llegan a suelos agrícolas. En plantas, el Cd se absorbe, transporta y acumula en partes comestibles, lo que resulta en un peligro para el ser humano en caso de consumir agro-productos contaminados dentro de las cadenas tróficas. Se ha establecido que la cantidad máxima permisible en hortalizas es de 0.2 mg Cd kg^{-1}. Los principales efectos del Cd en plantas es la inhibición del contenido de clorofila y actividad fotosintética, reducción de fijación de carbono, disminución de la transpiración, contenido de agua en hojas y la alteración en la concentración de nutrientes como el Ca, Mg, P, Fe, Mn y Zn al competir por los sitios de absorción con estos iones esenciales (Mushtaq *et al.*, 2025). Los micronutrimentos en plantas se requieren en menores cantidades con respecto a los macronutrimentos; sin embargo, desempeñan un papel fundamental en el crecimiento, desarrollo y metabolismo de las plantas, y su presencia en dosis adecuadas protege a las plantas de efectos adversos atribuidos al estrés biótico y abiótico. Además, los micronutrimentos poseen un papel importante en la seguridad alimentaria mundial, proporcionan nutrientes suficientes en plantas y humanos, lo cual es vital para el sistema agroalimentario, sus deficiencias pueden provocan consecuencias devastadoras para la salud de la población (Tripathi *et al*., 2025). En base a la importancia que representan los micronutrimentos en las plantas, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto que produce el Cd en la concentración nutrimental de B, Cu, Fe, Mn y Zn de plantas de chile Serrano, tratadas con 0, 10 y 15 µM Cd.

Materiales y métodos

Se utilizaron plántulas sanas de chile Serrano “Coloso” de 60 d, que fueron trasplantadas en bolsas negras con tezontle como sustrato e irrigadas con solución nutritiva universal de Steiner (Steiner, 1984). La conductividad eléctrica de la solución nutritiva fue de 2 dS m^{-1} ajustando el pH a 5.5. Los tratamientos de 0, 5 y 10 µM Cd fueron añadidos a la solución nutritiva durante 80 d. Las plantas se cosecharon separando la parte área de las plantas (hojas), las muestras se secaron y molieron a tamaño de partícula 2 mm para el análisis de macronutrimentos. Las concentraciones de B, Cu, Fe, Mn y Zn fueron determinadas mediante digestión ácida con HNO_3:$HClO_4$ (2:1, v:v), con el uso de un espectrofotómetro de emisión óptica de inducción atómica por plasma acoplado (ICP-OES 725-ES; Agilent; Santa Clara, CA, EE. UU.). Con los resultados de concentración obtenidos se estimaron las relaciones entre los macronutrimentos. A partir de los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (LSD, $P \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 1. Los tratamientos de 5 y 10 µM Cd disminuyeron estadísticamente la concentración foliar de B en 23 y 15 %, respecto al testigo. Las dosis de Cd evaluadas no tuvieron influencia en la concentración de Cu y Fe. La concentración

foliar de Mn se incrementó en promedio 94 % al aplicar los tratamientos con Cd. La concentración de Zn disminuyó 30 y 27 % al aplicar los tratamientos de 5 y 10 µM Cd. La reducción de micronutrimentos ante la exposición de Cd se ha reportado en B por Brune & Dietz (1995); los incrementos en Mn por Borges *et al*. (2019), y las reducciones de Zn con Lešková *et al*. (2017).

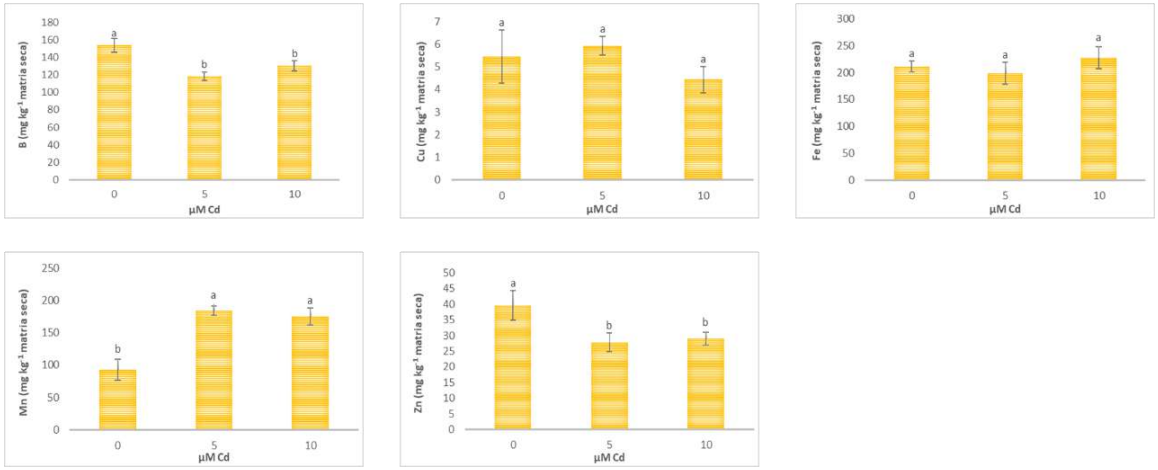


Figura 1. Concentración foliar de B, Cu, Fe, Mn y Zn en plantas de chile Serrano tratadas con Cd. Medias ± DE con letra distinta en cada subfigura indican diferencias estadísticas (Tukey, P ≤ 0.05).

Conclusiones

La aplicación de Cd reduce significativamente la concentración foliar de B y Zn en plantas de chile Serrano. Por el contrario, incrementan la de Mn.

Literatura citada

Borges, K. L. R., Hippler, F. W. R., Carvalho, M. E. A., Nalin, R. S., Matias, F. I., & Azevedo, R. A. (2019). Nutritional status and root morphology of tomato under Cd-induced stress: comparing contrasting genotypes for metal-tolerance. *Scientia Horticulturae*, *246*, 518-527.

Brune, A. & Dietz, K. J. (1995). A comparative analysis of element composition of roots and leaves of barley seedlings grown in the presence of toxic cadmium, molybdenum, nickel, and zinc concentrations. *Journal of Plant Nutrition*, 18(4), 853-868.

Lešková, A., Giehl, R. F. H., Hartmann, A., Fargašová, A., & von Wirén, N. (2017). Heavy metals induce iron deficiency responses at different hierarchic and regulatory levels. *Plant Physiology*, 174(3), 1648-1668

Mushtaq, G., Agrawal, S., Kushwah, A., Kumar, A., & Lone, R. (2025). Cadmium toxicity in plants and its remediation management: A review. *Plant Stress*, 16, 100894.

SAS Institute Inc. (2011). SAS/STAT Users Guide. Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, N. C., USA.

Steiner, A. A. (1984). The universal nutrient solution. 6th international congress on soilless culture. Wageningen, The Netherlands. pp. 633-650

Tripathi, D.K., Singh, S., Singh, S. Mishra, S., Chauhan, D. K. Dubey, N. K. (2015). Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. *Acta Physiol Plant*, 37, 139. https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3

VARIACIÓN EN LA DENSIDAD DE ESPORAS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) ENTRE CONDICIONES EDÁFICAS CONTRASTANTES

[1*]Gustavo Crespo-Flores; [1]Moisés R. Vallejo-Pérez; [2]Petra Andrade-Hoyos

[1]Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, UASLP. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatepec.

*crespoflores76@gmail.com

Introducción

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) constituyen un componente funcional crítico del microbioma edáfico por su contribución a la absorción de nutrientes por las plantas y a la estabilidad biogeoquímica del suelo (Begum et al., 2019). Su estructura comunitaria en la rizosfera está modulada por gradientes edáficos físicos, químicos y biológicos, además del historial de uso y manejo (van der Heijden et al., 2015). Pese a su relevancia ecológica, la respuesta local de las comunidades de HMA bajo condiciones edáficas contrastantes permanece poco documentada. En este estudio se cuantificó la densidad de esporas de HMA en suelos rizosféricos provenientes de cuatro condiciones edáficas divergentes, generando información base sobre su variación asociada al ambiente edáfico.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en cuatro condiciones edáficas correspondientes a distintos sistemas de cultivo ubicados en en el Altiplano Potosino (S1-S3) y en el estado de Morelos (S4) (Tabla 1). Se recolectaron muestras de suelo rizosférico a una profundidad de 0–20 cm. En las condiciones S1, S2 y S3 se obtuvieron 10 muestras por sitio, mientras que en S4 se recolectaron dos muestras, mismas que fueron transportadas al laboratorio para su análisis. La densidad de esporas de HMA se determinó a partir de 50 g de suelo mediante la técnica de tamizado húmedo y decantación, seguida de centrifugación en solución de sacarosa con Tween 80. Se utilizaron tamices de 400 y 40 µm y una centrífuga refrigerada (Eppendorf 5810 R). La fracción obtenida tras el centrifugado se recuperó en una placa de conteo (60 mm de diámetro) con relieve concéntrico y las esporas se cuantificaron bajo microscopio estereoscópico (Olympus®, SZX7). Los resultados se expresaron como esporas g^{-1} de suelo. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro condiciones edáficas. La densidad de esporas se describió mediante media ± desviación estándar y se analizó mediante ANOVA de una vía, seguido de la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). La condición S4 ($n = 2$) se analizó únicamente de manera descriptiva debido al tamaño de muestra reducido.

Tabla 1. Caracterización de condiciones edáficas evaluadas.

Clave	Sistema de cultivo	Manejo	Características edáficas
S 1	Maíz elotero asociado con chile	Mixto	Textura franco-arenosa, color gris
S 2	Maíz elotero	De temporal, con estrés hídrico prolongado	Textura franco-arenosa, color gris claro
S 3	Asociación establecida de alfalfa-gramíneas forrajeras	Sin riego; podas periódicas	Presencia de gravas; alto contenido de materia orgánica y elevada relación C/N
S 4	Maíz elotero	Agroecológico	Textura arcillosa, color negro

Resultados y discusión

La densidad promedio de esporas mostró un patrón diferencial entre las condiciones edáficas evaluadas. El suelo 2 presentó la menor abundancia (9.18 ± 2.30 esporas g^{-1} de suelo), seguido

del suelo 1 (20.38 ± 5.05 esporas g^{-1}). El suelo 3 registró una mayor densidad promedio (49.65 ± 21.04 esporas g^{-1} de suelo), con una variabilidad interna relativamente alta (CV = 42.37 %). El análisis de varianza evidenció diferencias significativas entre los suelos 1–3 (ANOVA, $F_{2,27}$ = 27.67, $p < 0.001$). La prueba de Tukey indicó que el suelo 3 presentó valores significativamente mayores que los suelos 1 y 2 ($p < 0.001$), mientras que no se detectaron diferencias significativas entre los suelos 1 y 2 ($p > 0.05$). La cuarta condición edáfica presentó la mayor abundancia promedio (105.89 ± 5.64 esporas g^{-1}); sin embargo, debido al tamaño muestral reducido (n = 2), estos valores deben interpretarse como preliminares.

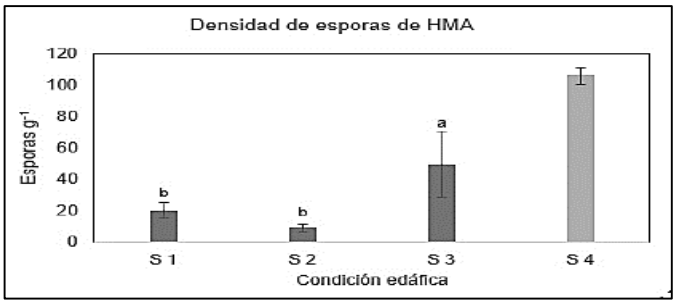


Figura 1. Densidad de esporas HMA (g^{-1} de suelo) en cuatro condiciones edáficas (S1–S4). Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$; S1–S3, n = 10). La condición S4 (n = 2) es descriptiva.

El mayor nivel de esporulación observado en el suelo 3 podría estar asociado a su mayor contenido de materia orgánica y a una menor perturbación estructural relativa, factores que favorecen la estabilidad del micelio extra-radical y la dinámica poblacional de HMA. En contraste, aunque el suelo 2 presentó condiciones de estrés hídrico prolongado, la ausencia de diferencias significativas respecto al suelo 1 sugiere que la degradación estructural y el disturbio mecánico podrían ejercer un efecto limitante similar sobre la esporulación de HMA. Diversos estudios han señalado que la estabilidad edáfica y el contenido de carbono orgánico son factores determinantes en la abundancia de comunidades micorrízicas (Bender et al., 2016; Begum et al., 2019).

Conclusiones

Las condiciones edáficas evaluadas mostraron diferencias significativas en la densidad de esporas de hongos micorrízicos arbusculares. El sistema con mayor contenido de materia orgánica presentó valores significativamente superiores en comparación con los sistemas de manejo convencional y de temporal. Estos resultados evidencian la influencia de las condiciones edáficas sobre la abundancia de HMA.

Literatura citada

Begum, N., Qin, C., Ahanger, M. A., Raza, S., Khan, M. I., Ashraf, M., Zhang, L. (2019). Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: Implications in abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science, 10*, 1068. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068

Bender, S. F., Wagg, C., & van der Heijden, M. G. A. (2016). An underground revolution: Biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. *Trends in Ecology & Evolution, 31*(6), 440–452. https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016

Van der Heijden, M. G. A., Martin, F. M., Selosse, M. A., & Sanders, I. R. (2015). Mycorrhizal ecology and evolution: The past, the present, and the future. *New Phytologist, 205*(4), 406–1423. https://doi.org/10.1111/nph.13288

PSEUDOMONAS ENDÓFITAS DEL HENO MOTITA (*Tillandsia recurvata*): IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y DIVERSIDAD FUNCIONAL

Fernanda M. Adame-Martínez[1], Román Sánchez-Carrillo[1]*, Edna F. Valdez-Hernández[1]

[1] Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo,

*rsanchezc@chapingo.mx

Introducción

Las bacterias del género Pseudomonas representan uno de los grupos microbianos más versátiles e importantes para la agricultura moderna y sostenible. Estos bacilos Gram-negativos son ubicuos en suelos y aguas, destacando por su gran plasticidad genética y capacidad metabólica, lo que les permite adaptarse a diversos ecosistemas terrestres. En el ámbito agrícola, su relevancia reside principalmente en su función como bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) y como agentes de control biológico, ofreciendo una alternativa ecológica al uso excesivo de fertilizantes y pesticidas sintéticos (Sánchez Carrillo, R., & Guerra Ramírez, P., 2022; Alattas, H. et al., 2024).

La importancia de las Pseudomonas radica en la transformación del N_2 atmosférico en amoníaco asimilable para las plantas. Asimismo, facilitan la adquisición de nutrientes esenciales mediante la solubilización de fósforo y potasio, proceso en el que sintetizan ácidos orgánicos como el glucónico y el cítrico, que liberan estos elementos de sus formas insolubles en el suelo (Mehmood, N., et al., 2023). Otro factor determinante es la producción de fitohormonas, como el ácido indolacético (AIA), giberelinas y citoquininas, que estimulan la división celular y el desarrollo radicular, mejorando con ello la absorción de agua y nutrientes (Sanow, S., et al., 2023). De igual manera, las Pseudomonas poseen un "arsenal metabólico" excepcional para suprimir fitopatógenos, producen una amplia gama de antibióticos, como el 2,4-diacetilfluoroglucinol (DAFG), fenazinas y pirrolnitrina, que inhiben el crecimiento de hongos y bacterias dañinas, además de estimular la resistencia sistémica inducida (RSI), la presencia de este tipo de bacterias activa las defensas naturales de la planta frente a ataques externos (Sánchez Carrillo, R., & Guerra Ramírez, P; 2022). Se ha resaltado su papel en la mitigación del estrés abiótico, gracias a la enzima ACC desaminasa. Algunas cepas reducen los niveles de etileno en la planta, lo cual permite sobrevivir mejor en condiciones de sequía, salinidad o presencia de metales pesados. El presente trabajo tiene el objetivo de conocer parte de la microbiota asociada a la planta epifita *T. recurvata*, con la finalidad de comprender mejor su fisiología a través de sus relaciones simbióticas. Ello contribuirá, en cierta medida, a explicar su tolerancia a factores de estrés bióticos y abióticos. Identificar dicha microbiota en esta especie permite, por un lado, mejorar el entendimiento de sus procesos fisiológicos y, por otro, utilizar los microorganismos identificados como alternativa en el manejo de los cultivos.

Materiales y métodos

El material vegetal se colectó en los jardines de la Universidad Autónoma Chapingo, las plantas se limpiaron y desinfectaron mediante lavados con agua estéril, jabón comercial, etanol y cloro, posterior a la desinfección el material vegetal se sembró en agar nutritivo, permitiendo el crecimiento y selección de los microorganismos, las bacterias purificadas se tamizaron metabólicamente, por su capacidad de fijar N_2 atmosférico, solubilizar fósforo, producir psideróforos, y determinar la actividad de la ACC-desaminasa, la identificación molecular se realizó con los primers universales para bacterias 27F y 1494R, todas las pruebas se realizaron de acuerdo con Rashid, S., et al., (2012). los amplificados se secuenciaron en la empresa coreana Macrogen, y las secuencias se analizaron con el software MEGA, confrontándose con la base de datos del NCBI https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi, mediante BLAST (Basic Local Alignment

Search Tool), permitiéndonos identificar los microorganismos a nivel de especie (Rashid, S., et al., 2012).

Resultados y discusión

Las bacterias aisladas e identificadas como *P. azotoformans* y *P. putida*, desempeñan un papel fisiológico crucial en *T recurvata* al actuar como un sistema de soporte metabólico multifuncional. Compensando la falta de sustrato, mediante la solubilización de P y la producción de psideróforos para la captación de Fe, nutrientes escasos en el dosel. Además, *P putida* produce ACC-desaminasa, enzima que mitiga el estrés abiótico al regular los niveles de etileno en la planta. Estas bacterias optimizan la nutrición y refuerzan la tolerancia al estrés abiótico, facilitando la supervivencia en el nicho aéreo.

Cuadro 1. Tamizaje bioquímico e identificación de las bacterias endófitas de *T. recurvata*

Bacteria identificada	Prueba bioquímica			
	Fijación de N2 atmosférico	Solubilización de P	Producción de Psideróforos	Producción de ACC-desaminasa
Pseudomonas azotoformans	-	+	+	-
Pseudomonas putida	-	+	+	+

+= Presencia de actividad metabólica; – = Ausencia de actividad metabólica

Conclusiones

Se identificaron dos Pseudomonas endófitas, en *T. recurvata*, como *P. azotoformans* y *P. putida*, las cuales tienen capacidad solubilizadora de fósforo, producción de psideróforos y en el caso de *P. putida* producción de ACC-desaminasa, dicha simbiosis multifuncional es determinante para explicar la capacidad de la epífita para colonizar nichos tan diversos como cables eléctricos y subrayan su potencial como posibles biofertilizantes.

Literatura citada

Alattas, H., Glick, B. R., Murphy, D. V., & Scott, C. (2024). Harnessing Pseudomonas spp. for sustainable plant crop protection. Frontiers in Microbiology, 15, 1485197.

Mehmood, N., Saeed, M., Zafarullah, S., Hyder, S., Rizvi, Z. F., Gondal, A. S., Jamil, N., Iqbal, R., Ali, B., Ercisli, S., & Kupe, M. (2023). Multifaceted Impacts of Plant-Beneficial Pseudomonas spp. in Managing Various Plant Diseases and Crop Yield Improvement. ACS Omega, 8(25), 22296–22315.

Sánchez Carrillo, R., & Guerra Ramírez, P. (2022). Pseudomonas spp. benéficas en la agricultura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13(4), 715-726.

Sanow, S., Kuang, W., Schaaf, G., Huesgen, P., Schurr, U., Roessner, U., Watt, M., & Arsova, B. (2023). Molecular Mechanisms of Pseudomonas-Assisted Plant Nitrogen Uptake: Opportunities for Modern Agriculture. Molecular Plant-Microbe Interactions, 36(9), 536–548.

Rashid, S., Charles, T. C., & Glick, B. R. (2012). Isolation and characterization of new plant growth-promoting bacterial endophytes. Applied soil ecology, 61, 217-224.

COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO Y RENDIMIENTO DE MAÍZ BAJO FERTILIZACIÓN COMBINADA EN DISTINTOS SISTEMAS DE LABRANZA

Carlos Alexis Urbina-Gaza[1]*; Blanca Estela Santiago-Mejía[2]; Mario Rocandio-Rodríguez[1]; Yolanda del Rocío Moreno-Ramírez[1]; José Alberto López-Santillán[1]; Efraín Neri-Ramírez[1]; Julio César Chacón-Hernández[1].

[1]Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. [2]Campo Experimental Río Bravo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

*a2103040265@alumnos.uat.edu.mx

Introducción

La labranza es una importante actividad en la producción agrícola. Sin embargo, cuando se realiza de forma intensiva afecta las propiedades del suelo y en consecuencia la absorción de nutrientes. Por lo cual, eficientar esta actividad puede mejorar la eficiencia de los fertilizantes. En el estado de Tamaulipas, los principales problemas de producción agrícola son: los costos de producción, los factores climáticos y biológicos, y la pérdida de fertilidad del suelo, esta última relacionada con el uso intensivo de la labranza. El rendimiento del maíz depende del suministro de asimilados producidos en tejidos fotosintéticos y traslocación hacia los granos (Liu *et al*., 2022), que son afectados por la fertilidad del suelo. En este sentido, existe conocimiento limitado sobre las diferencias entre el uso eficiente del nitrógeno y rasgos fisiológicos que limitan el potencial del rendimiento de grano (Bo *et al.,* 2024). Bajo este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la labranza y la fertilización combinadas en el comportamiento fisiológico y el rendimiento del maíz.

Materiales y métodos

Para el experimento se utilizó el híbrido H-443A bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, establecido en condiciones de riego (O-I 2024) en Padilla, Tamaulipas, México. Los sistemas de labranza (parcela grande) fueron: convencional (LC), mínima rastra (LMR), mínimo subsuelo (LMS) y labranza cero (L0); los tratamientos de fertilización (parcela chica) fueron: química (150-40-00 ha^{-1}) (Q) y orgánica (1000 L ha^{-1} de lixiviado de composta) (O) y una combinación (QO): Q100%, O100%, Q50%-O50%. Las variables analizadas fueron: contenido foliar de nitratos (NO_3^-) y grados Brix en tres etapas de desarrollo (55, 80 y 90 dds). La cuantificación de NO_3^- y grados Brix se realizó con 0.5-1.0 g de hoja de cinco plantas por unidad experimental y tres repeticiones. Se maceró con agua destilada con relación p/v de 1:8 para la obtención de la savia vegetal. Para homogenizar y reducir interferencias en las mediciones se centrifugó durante 7 minutos a 3500 rpm. Del sobrenadante, se obtuvo 500 µL y se depositó en el equipo portátil de NO_3^- LAQUAtwin® y refractómetro portátil previamente calibrados. El rendimiento de grano se estimó en kg ha^{-1}. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó un ANOVA y comparación de medias para interacción ($P \leq 0.05$).

Resultados y discusión

De acuerdo con el análisis de varianza, los NO_3– y grados Brix foliar mostraron diferencias significativas a los 80 y 90 dds. La concentración de NO_3– y grados Brix expresó rendimientos sobresalientes en los rangos de 868.8 a 1360.0 ppm y 9.8 a 3.4°, respectivamente a los 80 y 90 dds, en los tratamientos Q50%-O50% (6034.2 kg ha^{-1}) y Q100% (5968.0 kg ha^{-1}) en LC; seguido de Q100% (5222.5 kg ha^{-1}) en LMR, O100% (5193.9 kg ha^{-1}) en LC y Q100% (4881.0 kg ha^{-1}) en LMS (Cuadro 1). Las concentraciones más altas de NO_3– de1893.3 ppm en L0 Q100% y °Brix 12.4 en L0 O100%, no mostraron un mejor rendimiento, sino, la eficiencia de traslocación a órganos de interés. El llenado de grano es una etapa crucial en la cual su interacción con factores

ambientales como las prácticas de manejo determinan el rendimiento y calidad final (Zhang *et al*., 2025). Este proceso implica el transporte y acumulación de productos en forma de azúcares desde los órganos fuente (hojas) hacia los órganos demanda (grano) (Fan *et al*., 2025). En este sentido, el comportamiento de los tratamientos sobresalientes en rendimiento se atribuye a que las concentraciones de NO_3– y grados Brix foliares mantuvieron un transporte eficiente de azúcares y productos fotosintéticos para la formación del grano.

Cuadro 1. Contenido de nitratos y grados Brix foliar en el cultivo de maíz.

Tratamiento	NO_3– (ppm)/dds		°Brix/dds		Rendimiento
	80	90	80	90	(kg ha^{-1})
L0×Q100	1893.3 A	582.9 E	10.4 AB	4.3 ABCD	2140.2 BC
L0×O100	1262.7 BC	757.9 DE	12.4 A	4.3 ABCD	1580.1 C
L0×Q50-O50	1149.3 BC	1098.7 BC	6.7 B	3.6 D	2894.3 BC
LC×Q100	1285.3 BC	1322.7 AB	7.4 B	6.0 ABC	5968.0 A
LC×O100	1360.0 ABC	873.6 CDE	8.1 B	4.9 ABCD	5193.9 AB
LC×Q50-O50	868.8 C	1109.3 BC	7.7 B	4.9 ABCD	6034.2 A
LMR×Q100	1034.7 BC	1269.3 AB	9.8 AB	3.7 D	5222.5 AB
LMR×O100	1152.0 BC	1488.0 A	8.3 B	4.1 CD	4386.6 ABC
LMR×Q50-O50	1477.3 AB	1034.7 BCD	6.8 B	5.4 ABCD	4251.4 ABC
LMS×Q100	1079.5 BC	946.7 CD	8.2 B	6.5 A	4881.0 AB
LMS×O100	825.1 C	903.5 CD	7.4 B	5.4 ABCD	3347.1 ABC
LMS×Q50-O50	1866.7 A	1168.0 BC	8.0 B	6.3 AB	3661.6 ABC

Conclusiones

La fertilización Q50-O50 %, Q100 % y O100 % en labranza convencional, fue la estrategia de manejo más eficiente en actividad fisiológica expresada en el rendimiento del maíz. Asimismo, en el tratamiento Q100 % con labranza mínima rastra y mínimo subsuelo como alternativa para reducir el laboreo del suelo.

Literatura citada

Bo, Q., Tian, M., Xiongxiong, W., Juan, C., Zhihai, Z., Yang, L., An, T., Jiarui, G., Jie, Z., Yanan W., Shiqing, L., Yaohui, C., Yufang, S. & Shanchao, Y. (2024). Improvement of maize post-silking agronomic traits contributes to high grain yield under N-efficient cultivars. *Field Crops Research*, 313. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109417

Fan, Z., Qiang, B., Lin, Y., Liu, P., Li, Z., Cheng, M., Zhao, X., Ren, X. & Chen, X. (2025). Leaf senescence and source–sink dynamics in soybean: insights from maize–soybean intercropping systems. *Field Crops Research*, 334, 110130. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.110130

Liu, G., Yang, Y., Guo, X., Liu, W., Xie, R., Ming, B., Xue, J., Wang, K., Li, S. & Hou, P. (2022). Coordinating maize source and sink relationship to achieve yield potential of 22.5 Mg ha-1. *Field Crops Research*, 283. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108544

Zhang, X., Xiong, H., Wang, R., Li, J., Dong, Z., Jia, Z. & Han, Q. (2025). Adaptive sowing window strategy for improving grain filling and water loss characteristics of f ilm–mulched maize in Northwest China. *Field Crops Research*, 326, 109855. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109855

APLICACIÓN DE FOSFITO EN CONCENTRACIÓN DE AZUFRE Y COBRE EN UCHUVA (*Physalis peruviana* L)

Josué Rodríguez-Hernández*; Yolanda Leticia Fernández-Pavía; Libia Iris Trejo-Téllez; Manuel Sandoval-Villa; María de la Luz Buendía-Valverde

Colegio de Postgraduados, Programa de Edafología.

*hernandez.josue3099@gmail.com

Introducción

La uchuva (*Physalis peruviana* L) es una fruta exótica de la familia Solanaceae, originaria de la región andina de Perú y Colombia, este fruto ha ganado relevancia internacional debido a su alto valor nutricional y propiedades nutracéuticas, destacando su contenido de proteínas, antioxidantes, ácido ascórbico, flavonoides y carotenoides, además de sus propiedades medicinales (Fischer *et al*., 2014). En México, aún no existen áreas consolidadas de producción intensiva de este cultivo, sin embargo, este representa una alternativa viable y rentable para los productores (Aguilar *et al*., 2018). Un bioestimulante, es una sustancia o microorganismo con el objetivo de mejorar la eficiencia nutrimental, la tolerancia al estrés abiótico y las características de calidad de los cultivos, independientemente de su contenido de nutrientes, presenta algunas categorías; como ácidos húmicos y fúlvicos, proteínas hidrolizadas, extracto de algas, derivados de quitosano, compuestos inorgánicos y microbianos (Du Jardin, 2015). El fosfito (Phi), isóstero del anión fosfato (Pi), se encuentra en la categoría de compuestos inorgánicos, en comparación con Pi, presenta mayor estabilidad química, alta eficiencia de transporte y solubilidad superior (Zheny *et al*., 2025). Actualmente, el Phi se utiliza como bioestimulante potencial, demostrando capacidad para inducir resistencia ante estrés biótico y abiótico, mejorar el rendimiento y optimizar las características de calidad en diversos cultivos[7]. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de fosfito mediante aspersión sobre la concentración foliar de azufre y cobre en el cultivo de uchuva.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en un diseño completamente al azar bajo condiciones de invernadero en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se establecieron dos experimentos independientes (aplicación foliar y drench) el 12 de septiembre de 2025, con cuatro tratamientos: 0, 0.25, 0.5 y 0.75 mM Phi, con ocho repeticiones por tratamiento. La unidad experimental consistió en una planta de la variedad Sacha cultivada en bolsa de polietileno de 40 × 40 cm, utilizando tezontle rojo (3-5 mm de diámetro) como sustrato. Se realizaron cuatro aplicaciones de Phi cada 15 días, iniciando 21 días después del trasplante, la nutrición del cultivo fue a través de la solución nutritiva Steiner (1984), modificada de acuerdo con el analisis de agua, el pH se ajustó entre 5.5 a 6. Las variables evaluadas incluyeron; la concentración de nitrógeno total mediante el método Kjeldahl, y las concentraciones de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn y B siguiendo la metodología de Alcántar y Sandoval (1999). Los datos obtenidos fueron sometidos a verificación de normalidad y homogeneidad de varianzas, análisis de varianza para detectar efectos de tratamiento, y prueba de Tukey para comparación de medias ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Se mostró que la aplicación foliar no generó diferencias significativas en las concentraciones nutrimentales foliares. Contrariamente, la aplicación en drench evidenció diferencias significativas entre tratamientos; la concentración de 0.75 mM de Phi incrementó 19% la concentración foliar de azufre (S) y 122% la de cobre (Cu) respecto al testigo. El Phi induce la expresión de genes que codifican transportadores SULTR y COPT, lo que explicaría estos incrementos específicos.

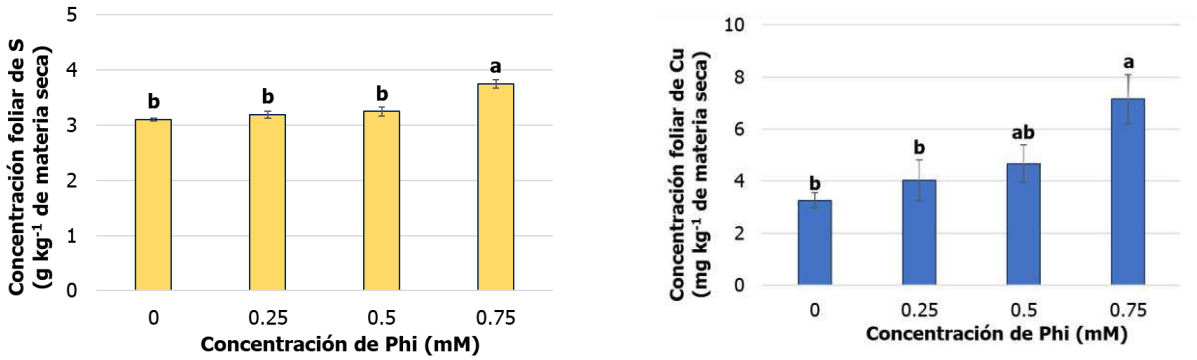


Figura 1. Concentración foliar de azufre (A) y cobre (B) de plantas de uchuva tratadas con fosfito (Phi) vía drench. Media ± SD, letras distintas en cada subfigura indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusión

El fosfito no mostró un efecto generalizado sobre el estado nutrimental en uchuva; su impacto fue limitado y altamente dependiente de la vía de aplicación.

Literatura citada

Aguilar, C., Juárez, P., Campos, I. H., Alia. I., Sandoval, M., & López, V. (2018). Análisis de crecimiento y rendimiento de uchuva (*Physalis peruviana* L) cultivada en hidroponía e invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura, 24(3), 191-202.

Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and Regulation. ELSEVIER, 196, 3-14. http://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021

Fischer, G., Almanza, P. J., & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la uchuva (P*hysalis peruviana* L). Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal, 36(1), 1-15. https://doi.org/10.1590/0100-2945-441/13

Steiner, A. A. (1984). The universal nutrient solution. 6th international congress on soilless culture. Wageningen, The Netherlands. pp. 633-650.

Zhenyi, Li., Xiangjiu, K., Zhiqiang, Z., Fang, T., Mingjiu, W., Yan, Z., and Fengling, Z. (2025). The functional mechanisms of phosphite and its applications in crop plants. Frontiers Science, 16, 1-13. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1538596

USO DE SOLUCIÓN STEINER EN LA PRODUCCIÓN DE PORTAINJERTOS DE PINO PIÑONERO

Sandra L. Castro-Garibay[1*]; Omegar Cruz-Arvizu[2]; Javier López-Upton[1]

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, [1]Postgrado en Ciencias Forestales, [2]Postgrado en Fruticultura

*sandracastro9024@gmail.com

Introducción

El uso de injertos en especies de pinos ha aumentado en los últimos 10 años, principalmente para el establecimiento de huertos semilleros clonales (Aparicio-Rentería *et al.,* 2013). La calidad de los portainjertos y las varetas es clave para garantizar un adecuado prendimiento. *Pinus orizabensis* (D.K. Bailey) D.K. Bailey & F.G. Hawksworth es una especie de pino piñonero de importancia económica debido a la producción semillas comestibles (Hernández-Anguiano *et al*., 2018). El uso de injertos permite inducir la producción temprana de estróbilos femeninos. En vivero, la producción de especies de pino comúnmente se realiza en sustratos a base de turba de musgo, perlita y vermiculita, utilizando fertilizantes hidrosolubles y de liberación controlada (Aguilera-Rodríguez *et al*., 2018). Por otro lado, la solución nutritiva Steiner (SNS) ha sido utilizada en la producción de hortalizas, frutales y ornamentales con resultados favorables. Sin embargo, la información sobre la producción de planta de pino piñonero para uso como portainjerto es limitada, sobre todo porque es una especie de lento crecimiento. Con base en lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar las características morfológicas de *P. orizabensis* producido en tres sustratos y fertilizado con solución nutritiva Steiner al 40%.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en octubre de 2024. Se utilizaron plantas de cinco meses de *P. orizabensis,* que fueron trasplantadas a tubetes de 1 L con mezclas de sustratos compuestas en 60 % por turba de musgo, fibra de coco y aserrín crudo, combinados con 40 % por perlita, en cada caso. La fertilización consistió en aplicar 50 mL de SNS al 40 % de forma semanal. Se evaluaron 15 plantas por tratamiento. En octubre de 2025 se midieron: la altura de vástago (cm), diámetro del cuello de la raíz (mm), diámetro para hacer injerto (10 cm por encima del cuello de la raíz), peso seco de raíz y parte aérea, y se calculó el índice de esbeltez. El diseño experimental fue completamente al azar. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey $\alpha \leq 0.05$), utilizando el programa estadístico SAS versión 9.4

Resultados y discusión

Una característica de los pinos piñoneros es que son de crecimiento lento, por lo que producir portainjertos con características óptimas puede llevar más de cuatro años (Castro-Garibay *et al*., 2024). En este estudio fue posible obtener plantas con características adecuadas para portainjerto en 17 meses, sobresaliendo los tratamientos en donde se utiliza turba de musgo y fibra de coco (Cuadro 1). La fertilización con SNS al 40 % favoreció el crecimiento de las plantas, en comparación con el sistema convencional, que utilizan fertilizantes de liberación controlada. Madrid-Aispuro *et al.* (2021) reportaron alturas de 14 – 20.4 cm en *P. cembroides* de 14 meses producidos en condiciones de invernadero con multicote, valores inferiores a los obtenidos en este estudio.

No existe una referencia de características mínimas para la obtención de portainjertos en especies forestales. Sin embargo, existe la norma NMX-AA-170-SCFI-2016, que establece la pauta para la producción de plantas con fines de reforestación, y tomando en cuenta sus recomendaciones, las plantas de piñoneros deben presentar alturas de 15 – 25 cm y un diámetro del cuello de raíz ≥ 4 mm. Dichas medidas no son suficientes para que las plantas sean utilizadas

como portainjerto al producirlas con aserrín crudo (Cuadro 1), deben permanecer en vivero más tiempo para poder utilizarse con este fin.

Cuadro 1. Características morfológicas de plantas de *Pinus orizabensis* de 17 meses, fertilizadas con solución nutritiva Steiner al 40 %

Sustrato	Altura (cm)	DCR (mm)	IE	DPI (mm)	Peso seco (g)	
					Parte aérea	Raíces
Turba de musgo + perlita (60:40)	38.6 a	7.9 a	4.9	6.7 a	7.5 a	3.9 a
Fibra de coco + perlita (60:40)	31.8 b	6.6 b	4.9	5.8 b	4.7 b	3.4 a
Aserrín crudo + perlita (60:40)	17.5 c	5.5 c	3.2	4.6 c	2.7 c	2.4 b

DCR: Diámetro al cuello de la raíz; IE: índice de esbeltez; DPI: Diámetro para injertar. n=15

Conclusiones

La fertilización con solución nutritiva Steiner al 40 % permite producir plantas de *Pinus orizabensis* con características morfológicas adecuadas para su uso como portainjerto en un periodo de 17 meses, particularmente cuando se utilizan sustratos a base de turba de musgo o fibra de coco.

Literatura citada

Aguilera-Rodríguez, M., Aldrete, A., Martínez-Trinidad, T. y Ordaz-Chaparro, V. M. (2017). Producción de *Pinus pseudostrobus* Lindl. con sustratos de aserrín y fertilizantes de liberación controlada. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 7(34): 7–19. https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i34.79

Aparicio-Rentería, A., Viveros-Viveros, H. y Rebolledo-Camacho, V. (2013). Huertos semilleros clonales: una alternativa para los programas de reforestación en Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 4(20): 90 – 97.

Castro-Garibay., S.L., Cruz-Arvizu., O., Monrroy-González., I., Abarca-Cervantes., A.D., Cruz-Larios., I.J. and Arguello-Hernandez., M. (2024). *Pinus cembroides,* and *P. orizabensis* grafts, a viable option for pink pine nut production. New Forest 55: 1787 – 1799. https://doi.org/10.1007/s11056-024-10056-8

Hernández-Anguiano, L.A., López-Upton, J., Ramírez-Herrera, C. y Romero-Manzanares., A. (2018). Variación en germinación y vigor de semillas de *Pinus cembroides* y *Pinus orizabensis*. Agrociencias 52: 1161 – 1178.

Madrid-Aispuro, R.E., Prieto-Ruíz, J.A., Hernández-Díaz, J.C., Aldrete, A., Wehenkel, C. y Chávez-Simental., J.A. (2021). Crecimiento de *Pinus cembroides* Zucc. en vivero y campo producido en diferentes tipos de contenedor. Revisa Fitotecnia Mexicana 44(3): 435 – 442.

CAOLÍN COMO ADSORBENTE PARA LA REMOCIÓN DE SODIO EN SOLUCIONES SALINAS

Tatiana Santiago-García[1]; Sara Monzerrat Ramírez-Olvera[1]; Víctor Manuel Ordaz-Chaparro[1]; Humberto Vaquera-Huerta[2]

[1]Posgrado en Edafología. [2]Posgrado en Socioeconomía Estadística e Informática. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México

santiago.tatiana@colpos.mx

Introducción

El caolín es un mineral arcilloso de tipo 1:1, su estructura está compuesta por una lámina tetraédrica de sílice unida a una lámina octaédrica mediante átomos de oxigeno entre los átomos de silicio y aluminio en laminas adyacente (Shereen-Shabaan *et al.,* 2017). En algunos estudios se ha confirmado el potencial del caolín natural para la adsorción de iones metálicos en solución (Al-Essa & Khalili, 2018). En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la adsorción de sodio en función del tiempo de contacto y de diferentes concentraciones iniciales de sodio en solución.

Materiales y métodos

En la presente investigación se empleó caolín natural procedente de la empresa Minerales Lozano. Para el ensayo de adsorción se prepararon soluciones de cloruro de sodio (NaCl) con concentraciones de 0, 20 y 40 mM. En cada tratamiento se pesaron 6 g de caolín, los cuales se suspendieron en 100 mL de la solución correspondiente, manteniendo una relación sólido: líquido constante. Las suspensiones se colocaron en frascos transparentes y cada concentración se estableció con tres repeticiones. La conductividad eléctrica (CE) se registró cada 24 h durante un periodo total de 120 h. Al concluir el tiempo de contacto, las suspensiones se filtraron para separar la fase sólida. Del filtrado se tomó una alícuota de 5 mL, la cual se aforó a 25 mL en un matraz volumétrico. La concentración de sodio en solución se determinó mediante flamometría. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y a la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), con el software estadístico SAS, versión 9.1.

Resultados y discusión

La conductividad eléctrica (CE) aumentó conforme transcurrió el tiempo de contacto, lo que sugiere una mayor disponibilidad de iones en la solución (Figura 1-D). En el tratamiento sin NaCl (0 mM), se observó un comportamiento reactivo asociado a la liberación gradual de iones desde la superficie del caolín hacia el medio acuoso. Este fenómeno puede atribuirse al intercambio iónico entre la fase sólida y el agua destilada, lo que incrementa la concentración iónica tanto en la fase líquida como en la interfase sólido–solución. En la concentración de 20 mM de NaCl no se detectaron diferencias significativas respecto a los otros tratamientos a lo largo del tiempo; sin embargo, la tendencia sugiere que parte del sodio en solución pudo incorporarse progresivamente a la fase sólida del caolín. Se infiere que alrededor de las 96 h se alcanzó un equilibrio dinámico entre los procesos de adsorción y desorción, lo que explicaría el ligero incremento observado a las 120 h (Legorreta-García *et al.,* 2024). En el tratamiento con 40 mM de NaCl, la mayor concentración inicial de sodio se reflejó en valores superiores de CE. No obstante, a las 96 h se registró una ligera disminución, posiblemente asociada con la saturación parcial de los sitios de adsorción del mineral. Además, el incremento de la fuerza iónica del medio puede influir en la movilidad de los iones y en la conductividad de la suspensión (Molina-Macías, 2019).

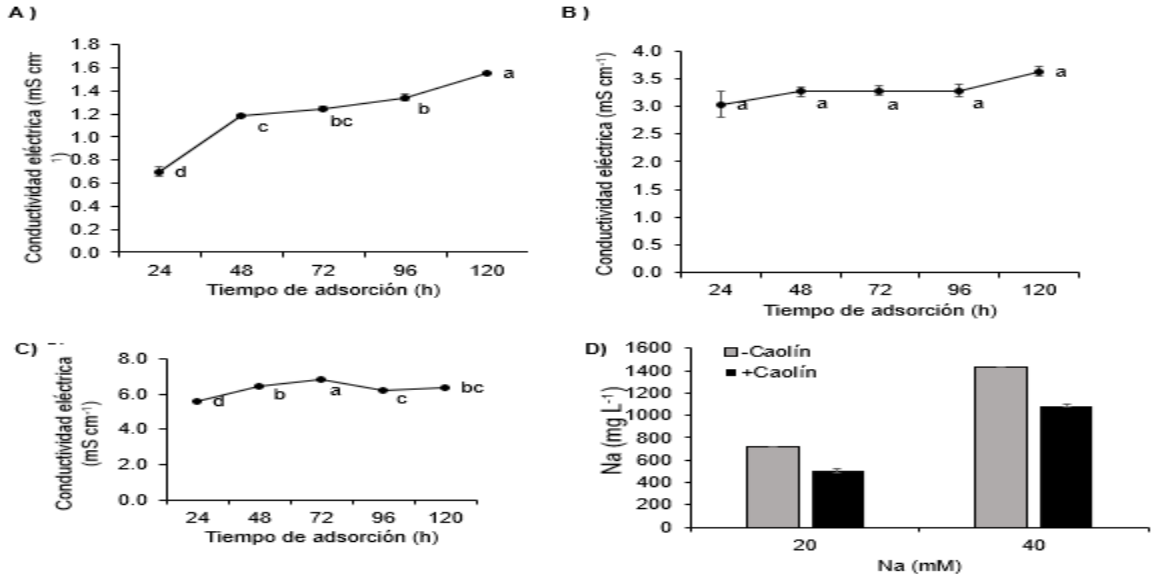


Figura 1. Conductividad eléctrica de soluciones salinas en contacto con caolín a concentraciones de sodio de 0 mM (A), 20 mM (B) y 40 mM (C), y concentración final de sodio en solución tras 120 h de contacto (D). Medias ± EE. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusión

El incremento en la concentración de NaCl se reflejó en mayores valores de conductividad eléctrica y mayor adsorción de iones sodio por el caolín. La dinámica observada sugiere que el proceso de adsorción evoluciona progresivamente hasta alcanzar un equilibrio iónico en función del tiempo de contacto. En conjunto, los resultados evidencian el potencial del caolín como material adsorbente para contribuir a la regulación de sodio en soluciones salinas.

Literatura citada

Al-Essa, K., & Khalili, F. (2018). Adsorption of humic acid onto Jordanian kaolinite clay: Effects of humic acid concentration, pH, and temperature. *Science Journal of Chemistry, 6*(1), 1–10. https://doi.org/10.11648/j.sjc.20180601.11

Legorreta-García, F., Valdez-Sierra, J., Chávez-Urbiola, E. A., Ramírez-Cardona, M., Reyes-Cruz, V. E., & Pérez-Labra, M. (2024). Análisis de la transformación del caolín de Hidalgo en zeolita cancrinita y fases secundarias por el método hidrotermal. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 63(4), 268-278. https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2024.02.003

Molina-Macías, A. K., & Peñuela, G. A. (2019). Efecto de la calidad del agua del proceso de beneficio en la reología de las suspensiones de caolín cerámico. *Ingeniería y Competitividad, 21*(1), 117–126. https://doi.org/10.25100/iyc.v21i1.7671

Shereen- Shabaan, O., Gamal, T., Ghoneim, Ahmed, G., Andreas F. T., Mona H. A. R y Andreas, S. (2017). Hyperbranched poly(amidoamine)/kaolinite nanocomposites: Structure and charge carrier dynamics. *Polymer, 121*, 64–74. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2017.06.017

CONCENTRACIÓN NUTRIMENTAL EN PORTAINJERTOS DE PINO PINOÑERO, EN DISTINTOS SUSTRATOS Y FERTILIZACIÓN

Sandra L. Castro-Garibay[1*]; Omegar Cruz-Arvizu[2]; Javier López-Upton[1], Moisés Márquez-Velázquez[3]

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, [1]Postgrado en Ciencias Forestales, [2]Postgrado en Fruticultura, [3]Postgrado en Edafología.

*sandracastro9024@gmail.com

Introducción

El tipo de sustrato y la fertilización son factores determinantes en la producción de planta en vivero. En viveros forestales la mezcla de sustrato más utilizada es turba de musgo: perlita:vermiculita (60:20:20) y la fertilización se realiza mediante fertilizantes de lenta liberación (Multicote® u Osmote®) o hidrosolubles (Peters®). Varios estudios han evaluado el uso de materiales como fibra de coco, corteza, aserrín de pino y lombricomposta para determinar el sustrato "ideal" en especies de pino (Aguilera-Rodríguez *et al*., 2017). Sin embargo, el uso de fertilizantes orgánicos y solución nutritiva Steiner (SNS) se ha explorado poco. Una adecuada nutrición favorece el crecimiento de las plantas, y en especies forestales se asocia con mayor supervivencia en campo (Grossnickle, 2012). Respecto a la producción de portainjertos en especies de pino, la información es escasa sobre la condición nutrimental al momento de hacer injertos, dado que un portainjerto con concentración nutrimental adecuada aumenta la probabilidad de éxito. El trabajo tuvo como objetivo determinar la concentración nutrimental en el follaje de *P. orizabensis* utilizado como portainjerto, en tres sustratos y dos tipos de fertilización.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en octubre de 2024. Se adquirieron plantas de *P. orizabensis* de cinco meses de germinadas y se colocaron en tubetes de 1 L, con mezclas de sustratos compuestas por turba de musgo + perlita (M1), fibra de coco + perlita (M2) y aserrín crudo + perlita (M3), en proporción 60:40 (v:v). Debido a la naturaleza alcalina de la fibra de coco, se hicieron dos lavados con agua corriente y un tercero con agua desionizada, durante 48 horas; realizando esto, el pH y CE resultante fueron, 5.30 y 0.04, respectivamente. Se determinaron porosidad, pH (potenciómetro), y conductividad eléctrica (CE), utilizando conductímetro. Para la fertilización se utilizó la SNS al 40 %, y fertilizante orgánico Humic P® (2 mL L^{-1}), agregando 50 mL a cada planta de forma semanal. Fueron colocadas 15 plantas por tratamiento. En octubre de 2025 se evaluaron las plantas tomando 5 g de materia seca de follaje, determinando la concentración nutrimental de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). El N se determinó por el método de Kjeldahl y el resto por espectrofotometría de masas (ICP-MS). El diseño experimental fue completamente al azar, a los datos recabados se realizó análisis de varianza y comparación de medias (Tukey $\alpha \leq 0.05$) con el programa estadístico SAS 9.4

Resultados y discusión

Las características físicas y químicas de los sustratos influyen en el crecimiento de raíces y disponibilidad de nutrimentos. La mezcla M2 presentó mayor retención de humedad, el pH fue similar en las mezclas (Cuadro 1). La CE se mantuvo dentro de un intervalo adecuado, mayor a 2 dS m^{-1} se presentan problemas de salinidad (Shams y Khadivi, 2023)

Cuadro 1. Características de mezclas de sustratos utilizados en la producción de portainjertos de *Pinus orizabensis.*

Mezcla de sustrato	Porosidad			pH	CE (dS m^{-1})
	Total	Aereación	Retención de humedad		
M1	85	52	32	6.07	0.43
M2	79	19	59	5.15	0.06
M3	77	35	42	5.23	0.02

CE: Conductividad eléctrica, M1: Turba de musgo + Perlita; M2: Fibra de coco + Perlita; M3: Aserrín crudo + Perlita; 60:40/v:v

Las concentraciones nutrimentales mayores se obtuvieron al utilizar el fertilizante orgánico (Cuadro 2). Es posible que esto haya sucedido por la presencia de ácidos húmicos y fúlvicos, que favorecen la absorción de nutrimentos. Las mezclas M1 y M2 presentaron las mayores concentraciones de N, mientras que M3 de P y K, independientemente de la fuente de fertilización. Madrid-Aispuro *et al*., (2020) reportaron valores similares en *P. cembroides,* producidos en vivero con diferentes fertilizantes.

Cuadro 2. Concentración nutrimental en follaje de *Pinus orizabensis* producido en tres sustratos y dos fertilizaciones.

Fertilización	Mezcla	Concentración nutrimental (g kg^{-1} PMS)					
		N		P		K	
Steiner 40 %	M1	24.0	ab	2.6	d	8.2	b
	M2	22.0	b	3.9	d	8.6	b
	M3	15.0	c	5.4	c	11.0	a
Humic P	M1	30.0	a	4.6	c	7.8	c
	M2	27.0	a	7.0	b	9.3	b
	M3	21.0	b	9.0	a	11.6	a

N: Nitrógeno; P: Fósforo; K: Potasio; PMS: Peso materia seca; M1: Turba de musgo + Perlita; M2: Fibra de coco + Perlita; M3: Aserrín crudo + Perlita

Conclusiones

La concentración nutrimental en *Pinus orizabensis* fue afectada por el tipo de sustrato y la fuente de fertilización. Los sustratos a base de turba de musgo y fibra de coco favorecieron la acumulación de N, mientras que el aserrín crudo presentó mayores concentraciones de P y K.

Literatura citada

Aguilera-Rodríguez, M., Aldrete, A., Martínez-Trinidad, T. y Ordaz-Chaparro, V. M. (2017). Producción de *Pinus pseudostrobus* Lindl. con sustratos de aserrín y fertilizantes de liberación controlada. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 7(34): 7–19. https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i34.79

Grossnickle, S.C. (2012). Why seedlings survive: influence of plant attributes. New Forests 43: 711–738.

Shams, M. and Khadivi, A. 2023. Mechanisms of salinity tolerance and their possible application in the breeding of vegetables. BMC Plant Biology 23(139): 1-11.

Madrid-Aispuro, R.E., Prieto-Ruíz, J.A., Aldrete, A., Hernández-Díaz, J.C., Wehenkel, C. y Chávez-Simental, J.A. (2020). Crecimiento de Pinus cembroides Zucc. en vivero en diversos sustratos y fertilizantes. Agrociencia 54: 539 – 554

Capítulo 6. Ciencia y Tecnología Agroalimentaria

PREFERENCIAS Y SIMBOLISMO DEL MEZCAL DE GUERRERO EN LOS CONSUMIDORES

Miguel Ángel Jiménez-Carlos[1]*; Anastacio Espejel-García[1]; Alma Leticia Saucedo-Yañez[2,3]; Ariadna Isabel Barrera-Rodriguez[4]; Emmanuel Flores-Girón[1]

[1]Instituto de Alimentos, Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. [2]Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. [3]Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal. [4]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo

* jimenez.migue7a@gmail.com

Introducción

El mezcal de Guerrero constituye un producto biocultural cuyo valor trasciende sus características fisicoquímicas y sensoriales, posicionándose como un referente de identidad, tradición y herencia cultural. Sin embargo, a pesar de su inclusión en la Denominación de Origen Mezcal y su creciente presencia en mercados nacionales e internacionales, existe escasa investigación sobre la percepción simbólica del consumidor hacia el mezcal guerrerense (Guerrero et al., 2009; García-Barrón et al., 2021). La diferenciación comercial de este producto no depende únicamente de atributos utilitarios como calidad, proceso o tipo de agave, sino también de significados intangibles vinculados con autenticidad, identidad regional y tradición. En este contexto, el objetivo del estudio fue analizar el simbolismo del mezcal de Guerrero en tres zonas sociodemográficas de México, identificando la predominancia de atributos simbólicos y utilitarios y evaluando posibles diferencias regionales en su percepción.

Materiales y métodos

Se empleó un enfoque social economico, donde se encuestaron 346 consumidores mayores de 18 años involucrados en la compra de bebidas alcohólicas, distribuidos en tres zonas: zona 1 (Guerrero), zona 2 (Centro-Sur: Oaxaca, Veracruz, Puebla, Estado y Ciudad de México) y zona 3 (Norte: Baja California y Baja California Sur). La información se obtuvo mediante la técnica de asociación libre de palabras, utilizando como estímulo una imagen del “mezcal de Guerrero”. Las respuestas evocadas fueron sometidas a un análisis multivariado, por un diseño en rueda de significados que clasificaba conceptos en dos categorías: simbólicas (identidad, tradición, origen, cultura, valores y hedonismo) y utilitarias (calidad, atributos sensoriales, tipo de agave, proceso, materia prima y apariencia).

Resultados y discusión

Se observaron diferencias significativas entre regiones en algunas variables sociodemográficas ($p < 0.05$), particularmente en sexo, edad, ocupación y nivel educativo. Sin embargo, estas variables mostraron una baja influencia sobre las percepciones asociadas al mezcal de Guerrero, lo que sugiere una relativa estabilidad del significado atribuido al producto entre los distintos perfiles de consumidores. El análisis léxico de evocaciones mostró que 247 participantes generaron 728 palabras, con una media de 3.006 evocaciones por participante. El índice de diversidad fue inferior a 0.5 en las tres regiones (zona 1 = 0.410; zona 2 = 0.459; zona 3 = 0.389), lo que indica una estructura semántica relativamente homogénea en la representación del mezcal de Guerrero entre los consumidores. La rueda de significados evidenció que los atributos simbólicos predominan sobre los utilitarios en las tres regiones analizadas. Los términos con mayor frecuencia fueron identidad, tradición, tipo de mezcal y hedonismo, lo que indica que el producto es interpretado principalmente como un marcador cultural más que como un bien funcional. En contraste, los atributos utilitarios como calidad, atributos sensoriales y materia prima mostraron una menor frecuencia relativa. En conjunto, estos resultados confirman que el mezcal de Guerrero es percibido predominantemente a través de significados simbólicos vinculados con

identidad cultural, tradición y autenticidad, más que por atributos funcionales o técnicos del producto.

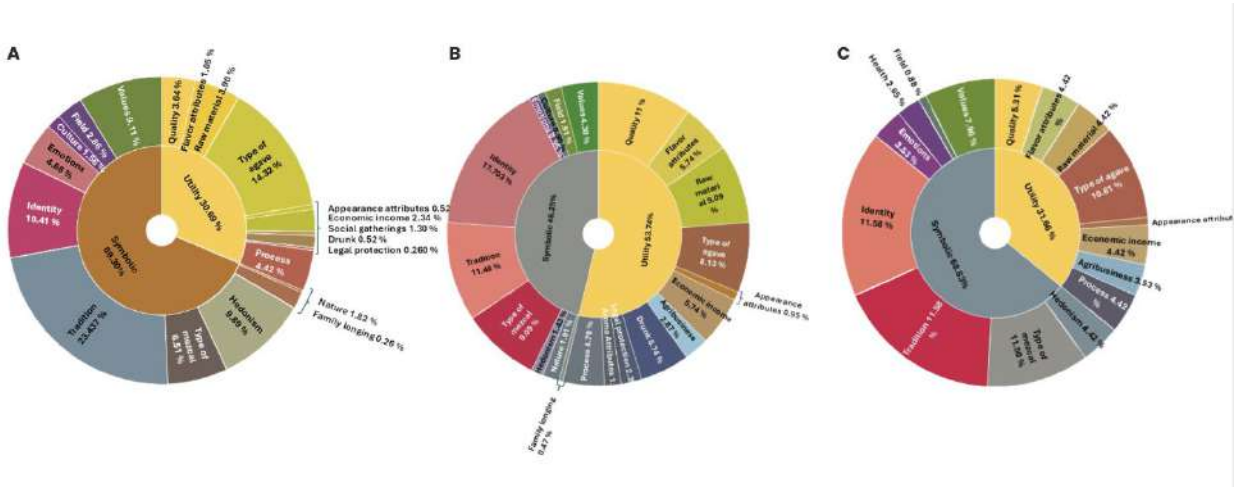


Figura 1 Rueda de significados. A. Zona 1 - consumidores estado de Guerrero. 2. zona 2 - Consumidores CDMX, Edo. México, Oaxaca. C. Zona 3 - Baja California Sur, Baja California.

Conclusiones

El mezcal de Guerrero es percibido principalmente como un símbolo cultural de identidad y tradición. Los atributos simbólicos superan consistentemente a los utilitarios en todas las regiones analizadas, lo que indica que su diferenciación en el mercado se fundamenta principalmente en su autenticidad y vínculo cultural con el territorio de origen.

Literatura citada

García-Barrón, S. E., Guerrero, L., Vázquez-Elorza, A., & Lazo, O. (2021). ¿Qué convierte un producto en uno tradicional? Alimentos, 10(6), 1284. https://doi.org/10.3390/FOODS10061284/S1

Guerrero, L., Guàrdia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska- Biemans, S., Sajdakowska, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Contel, M., Scalvedi, M. L., Granli, B. S., & Hersleth, M. (2009). Definición de productos alimenticios tradicionales impulsada por el consumidor e innovación en alimentos tradicionales. Un estudio cualitativo transcultural. Apetito, 52(2), 345–354. https://doi.org/10.1016/J.APPET.2008.11.008.

VALORIZACIÓN DE LOS AGAVES ENDÉMICOS Y DEL MEZCAL TRADICIONAL DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

Cristian Ariel Olvera-Domínguez[1]; Anastacio Espejel-García[1]; Jessica Guadalupe Marcos-Toxqui[1]; Ariadna Isabel Barrera-Rodríguez[2]

[1]Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. [2]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.

* al25520322@chapingo.mx

Introducción

Los antecedentes de la producción de mezcal en Tamaulipas datan de finales del siglo XVIII. A partir de 1780 el uso del maguey comenzó a consolidarse en la Sierra de San Carlos, vinculado a la actividad minera regional (Treviño-Carreón et al., 2024). Con el tiempo, esta actividad dejó de ser solo económica y se convirtió en un elemento central de la identidad productiva y cultural de la región. El mezcal no es simplemente una bebida alcohólica, sino parte del patrimonio que integra biodiversidad, conocimiento tradicional y saberes transmitidos generacionalmente. Su participación en la industria nacional es mínima dentro de la DOP. En 2024, la producción nacional alcanzó 11,362,436 L al 45% Alc. Vol., siendo el 97% correspondiente a mezcal artesanal, lo que confirma el arraigo de los métodos tradicionales. En contraste, Tamaulipas produjo 29,375L (0.25% del total nacional). Estas cifras evidencian la necesidad de fortalecer su identidad dentro de la DOP (COMERCAM, 2024). Resulta estratégico valorar los agaves endémicos de la Sierra Madre Oriental y el Altiplano Tamaulipeco (*A. montana*, *A. montium-sancticaroli*, *A. gentryi*), cuya fisiología asociada a la acumulación de fructanos y al metabolismo CAM influye en la composición y perfil sensorial del mezcal (Trejo et al., 2020). El objetivo fue valorizar los agaves endémicos y el mezcal tradicional de Tamaulipas integrando dimensiones culturales y productivas para potenciar su diferenciación territorial y desarrollo sostenible.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo con perspectiva biocultural y territorial. El trabajo se realizó en los municipios de San Carlos y San Nicolás, referentes históricos dentro de la Denominación de Origen del Mezcal. Se diseñó y aplicó una encuesta estructurada a 39 productores de mezcal para recabar información sobre las especies utilizadas, volúmenes de producción, origen del material vegetal (silvestre o cultivado), prácticas tradicionales y principales limitaciones técnicas y comerciales. La aplicación fue directa y presencial, lo que permitió garantizar la confiabilidad de las respuestas y comprender con mayor profundidad la dinámica productiva del sector en la región. Posteriormente, los datos fueron sistematizados y analizados para identificar patrones y características de la cadena típica del mezcal tamaulipeco, así como su potencial de replicarse en otros municipios con Denominación de Origen donde los agaves nativos no son aprovechados completamente.

Resultados y discusión

El sistema maguey-mezcal en Tamaulipas es reconocido por su extensa diversidad biológica, con cerca de 26 especies de *agave* documentadas. *Agave montana y Agave montium-sancticaroli* (jarcía) son las más importantes para la producción de mezcal. La jarcía está distribuida solo en San Carlos y San Nicolás, por lo que se la considera endémica de dicho estado. Especies como *A. gentryi, A. scabra, A. americana*, tienen relevancia en términos ecológicos y productivos en diferentes zonas geográficas. Sin embargo, en ciertas comunidades, agaves como la jarcía, se ven sometidas a presiones provenientes de la deforestación y de prácticas insostenibles, lo que destaca la importancia de implementar estrategias para preservar y gestionar de manera sostenible (Cuadro 1). En cuanto a la producción de mezcal en las localidades de Jiménez, San

Carlos y San Nicolás, funcionan al menos 10 ranchos de vino. Destacando un elemento característico en la cadena de producción: la fase de molienda. Para extraer la llamada "miel del maguey", se realiza el proceso utilizando un trapiche de madera, cuyo fin es exprimir al máximo el bagazo de las piñas cocidas para intentar recuperar la mayor cantidad de jugo. A diferencia de otros estados productores de mezcal, en el proceso del mezcal tamaulipeco no se añade agua ni se reincorpora el bagazo en la fermentación. Esto posibilita trabajar con un mosto que contiene únicamente el líquido extraído del agave cocido. Mientras tanto, la destilación se realiza de forma artesanal en los ranchos, usualmente a través de doble destilación.

Cuadro 1. Situación actual de la producción de agave y mezcal de Tamaulipas.

Especie	Nombre común	Distribución	Características
A. montana	**Maguey chino**	**Miquihuana**	**Se desarrolla a altitudes >2.700msnm y tolera temperaturas bajo 0 °C. Elaborado como mezcal artesanal. Produce destilados de alta calidad con perfil complejo.**
A. montium-sancticaroli	Jarcía	San Carlos	Especie endémica con distribución restringida (San Carlos y San Nicolás). Genera mezcales artesanales distintivos por su rareza y tipicidad; empleada mayormente para producir ensambles con agaves de la región (*A. americana o A. salimana).*
A. americana	Maguey cenizo	Norte y centro del estado	Alta adaptabilidad a diversos climas y suelos. Se utiliza en producción artesanal y en mezclas (ensambles) para equilibrar rendimiento y perfil sensorial.
A. gentryi	Maguey verde	Miquihuana	Aprovechamiento mezcalero limitado; asociada a *A. montana* en ambientes de alta montaña y bajas temperaturas.
A. scabra	-	Centro y sur del estado	Resistente a condiciones adversas. Empleado en producción artesanal, en ensambles para fortalecer cuerpo y rusticidad.
A. funkian	Amole	Cuarto distrito	Distribuidos en laderas y zonas serranas. Se emplean en ensambles para incrementar grados °Brix del mosto y potenciar la concentración de azúcares, comúnmente combinados con *A. salmiana* o *A. americana*.

Conclusión

Tamaulipas cuenta con agaves endémicos y procesos tradicionales distintivos que, pese a su baja participación nacional, representan un alto potencial para fortalecer su identidad y posicionamiento dentro de la DOP mediante un aprovechamiento responsable de los agaves y una mayor difusión que fomente su revalorización.

Literatura citada

COMERCAM (2025). Informe estadístico anual de producción y certificación de mezcal 2024. Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal. COMERCAM. Disponible en: https://www.comercam.org.mx. Consulta: 17 de noviembre de 2025.

Trejo, C., López-Gómez, M., & Espinosa-García, F. (2020). Physiological responses of wild *Agave* species under arid environments: Implications for mezcal production. *Plant Physiology and Biochemistry, 154*, 105–118.

Treviño-Carreón, J., Zúñiga-Estrada, A., & Jacques-Hernández, J. (2024). *Agaváceas de Tamaulipas: diversidad, distribución y potencial agroindustrial*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias. ISBN: 978-607-8784-65-0.

PRODUCCIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE GRANOS DE KÉFIR Y AGUAMIEL

Adriana Herrero-Galindo[1]*; Lucia Torres Rueda[2]; Adán Leonardo García[2]; Adalberto Hernández Bautista[2]; Rodrigo Hernández Cruz[2]

[1]Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo., [2]Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec.

* al2500070P@chapingo.mx

Introducción

La creciente demanda de bebidas fermentadas no lácteas se debe a que los consumidores son intolerantes a la lactosa por lo que buscan dietas garanticen beneficios a la salud, así como una opción rica en nutrientes (Rathod et al., 2025). Entre las alternativas empleadas es el consumo de bebidas fermentadas a partir de granos de kéfir confieren beneficios a la salud al consumirse en cantidades adecuadas, la producción de kéfir se produce tradicionalmente por partículas gelatinosas que contienen probióticos con propiedades funcionales, el producto alimenticio fermentado se obtiene por la fermentación de granos con leche y la bebida de kéfir de agua se obtiene por la fermentación de una solución a base de agua que incluye frutas o una fuente de azúcar (Guzel-Seydim et al., 2021) por otro lado, están las bebidas ancestrales como el aguamiel savia que se obtiene de algunas especies de agave y contiene nutrientes como los azúcares, las vitamina, proteínas y aminoácidos esenciales (Dávila et al., 2022). El aguamiel se fermenta para producir una bebida alcohólica lo que dificulta su comercialización por lo que el objetivo de este trabajo fue producir y evaluar la vida útil de una bebida fermentada funcional a base de granos de kéfir y aguamiel con características fisicoquímicas y sensoriales de calidad.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de usos múltiples del Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec, los granos de kéfir se compraron en un mercado local (municipio de Zaragoza, Puebla) el aguamiel se recolecto en Ocotlán Tlatlauquitepec de pequeños productores de agave. Para la preparación de las bebidas fermentadas, el aguamiel se dividió en lotes: 1) control; 2) 80 °C /10 min; 3) 95 °C / 3 min. Los granos de kéfir se inocularon en la solución de aguamiel en una proporción 4 mg / mL. Las botellas con la bebida se almacenaron a 25 °C por 24 horas. Posteriormente se almacenaron bajo refrigeración a 4 °C y se realizaron los análisis por 14 días. Las variables evaluadas fueron durante la fermentación y almacenamiento fueron pH, acidez y sólidos solubles totales (SST) o ° Brix y el análisis sensorial con una escala hedónica de siete puntos. Para el análisis estadístico, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) en los casos pertinentes se realizó una comparación de medias de Tukey.

Resultados y discusión

El pH, la acidez titulable y los sólidos solubles totales (SST) se midieron durante los 14 días de almacenamiento a 4 °C los resultados encontrados se muestran en el cuadro 1, en todos los tratamientos se observó una disminución del pH durante el tiempo de almacenamiento, un aumento de la acidez mostrando diferencias en tiempo y entre tratamientos. este comportamiento es similar a lo repostado por Bueno et al. (2021) emplearon pulpa de pitaya para inocular graos de kéfir, el pH disminuyó de 4.26 a 3.87 y la acidez de 0.20 a 0.53 g/100 mL^{-1}. Por lo que sugieren que acidificación de los productos de kéfir en la etapa de fermentación y almacenamiento es causada principalmente por el consumo de polisacáridos, olisacáridos y monosacáridos presentes en el sustrato por bacterias ácido-lácticas y levaduras. Durante el proceso de fermentación, se producen ácidos, que aumentan la acidez y bajan el pH. Por otro lado, el contenido de sólidos solubles totales una tendencia a disminuir durante el almacenamiento en

todos los tratamientos lo que sugiere que la temperatura de almacenamiento no fue suficiente para inhibir el metabolismo de los microorganismos presentes en los granos de kéfir.

Cuadro 1. Análisis de las propiedades fisicoquímicas de la bebida fermentada de granos de kéfir y aguamiel.

Determinación	Tiempo (Días)	Control	80 °C/10 min	90 °C/3 min
°Brix	0	7.06 ± 0.058^{cA}	9.36 ± 0.12^{aA}	8.0 ± 0.01^{bA}
	7	6.03 ± 0.058^{bB}	8.73 ± 0.25^{aB}	4.0 ± 0.01^{cB}
	14	5.96 ± 0.058^{aB}	4.96 ± 0.06^{bC}	3.93 ± 0.06^{cB}
Acidez	0	0.855 ± 0.01^{aA}	0.408 ± 0.005^{bB}	0.318 ± 0.01^{cB}
	7	0.873 ± 0.04^{aA}	0.492 ± 0.019^{bA}	0.435 ± 0.01^{bA}
	14	0.921 ± 0.07^{aA}	0.54 ± 0.039^{bA}	0.456 ± 0.02^{bA}
pH	0	3.92 ± 0.015^{bB}	4.287 ± 0.015^{aA}	4.31 ± 0.01^{aBA}
	7	3.98 ± 0.02^{cA}	4.24 ± 0.020^{bA}	4.32 ± 0.01^{aA}
	14	3.98 ± 0.02^{bA}	4.247 ± 0.021^{bA}	4.29 ± 0.01^{aB}

Letras a, b, c diferentes entre filas muestran diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos. Letras A, B, C diferentes indican diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento

Conclusiones

La inoculación del aguamiel con granos de kéfir demuestra potencial para la producción de bebidas fermentadas con características sensoriales con alta aceptación de parte de los consumidores y propiedades fisicoquímicas distintivas durante el tiempo de almacenamiento. De acuerdo con los resultados, esta bebida se ofrece como una alternativa para aquellos consumidores intolerantes a lactosa además de que ofrezcan beneficios a la salud.

Literatura citada

Bueno, R. S., Ressutte, J. B., Hata, N. N., Henrique-Bana, F. C., Guergoletto, K. B., de Oliveira, A. G., & Spinosa, W. A. (2021). Quality and shelf life assessment of a new beverage produced from water kefir grains and red pitaya. *Lwt*, *140*, 110770.

Dávila-Ortiz, G., Nicolás-García, M., Osorio-Ruiz, A., Hernández-Fernández, M. Á., & Perea-Flores, M. D. J. (2022). Pulque: a traditional Mexican beverage with health benefits due to its nutritional composition. In *Hispanic Foods: Chemistry of Fermented Foods* (pp. 175-189). American Chemical Society.

Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., & Greene, A. K. (2021). A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, *113*, 42-53.

Rathod, N., Soni, A., Meena, P., & Sharma, H. (2025). Non-dairy dietary approach for lactose intolerant. In *Lactose hydrolysis in dairy products* (pp. 119-137). Cham: Springer Nature Switzerland.

ANÁLISIS DE AUTENTICIDAD DE DESTILADO DE PULQUE MEDIANTE ESPECTROSCOPÍA NIR

Walter Donaldo Méndez-Ordoñez[1]*; Anastacio Espejel-García[1]; Arturo Hernández-Montes[1]; Verenice Torres-Salas[1]; Emmanuel Flores-Girón[1]

[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Universidad Autónoma Chapingo.

* wmendez.317@gmail.com

Introducción

El destilado de pulque es una bebida alcohólica tradicional mexicana obtenida a partir de la fermentación y destilación del aguamiel del maguey (*Agave salmiana*). A diferencia de bebidas derivadas del agave como tequila o mezcal, esta bebida carece de regulación oficial específica, lo que genera variabilidad composicional, riesgo de adulteración y posibles problemas de seguridad para el consumidor (Jiménez-Carvelo et al., 2019). La autenticidad de bebidas alcohólicas depende del perfil químico derivado de la materia prima y del proceso tecnológico (Pineda-Amaya et al., 2021). Debido a la fermentación espontánea del pulque, estas variables presentan alta variabilidad, por lo que es necesario implementar métodos analíticos confiables de control de calidad. La espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR), combinada con herramientas quimiométricas, constituye una técnica rápida y no destructiva para evaluar calidad y detectar adulteraciones en bebidas alcohólicas (Oliveira et al., 2023). Estudios previos han demostrado su capacidad para identificar adulterantes y predecir parámetros fisicoquímicos como contenido alcohólico y origen geográfico (Wang et al., 2017). Por lo anterior, el propósito del estudio fue establecer parámetros analíticos mediante espectroscopía NIR y análisis quimiométrico para obtener la huella espectral del destilado de pulque y asegurar su autenticidad.

Materiales y métodos

Se analizaron doce muestras de destilado de pulque provenientes del Altiplano Mexicano (Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Estado de México), elaboradas a partir de aguamiel de *Agave salmiana*. El análisis NIR se realizó con un espectrómetro FT-NIR Bruker MPA bajo condiciones de 19.0–23.5 °C y 40–52 % de humedad relativa. Se transfirieron 1000 µL de muestra a viales sellados y se registraron espectros en el intervalo de 4000 a 12500 cm^{-1} en modo absorbancia con 64 barridos. El contenido alcohólico se estimó mediante el paquete de calibración B-Food-Alcoholic_Beverages. Los espectros fueron preprocesados mediante corrección de línea base y segunda derivada Savitzky-Golay, recortando la región a 4000–9500 cm^{-1} para eliminar ruido. Posteriormente se aplicó análisis de componentes principales (PCA) con validación 70/30 para generar un modelo multivariado de autenticidad.

Resultados y discusión

Los espectros NIR mostraron bandas características en 4800–5200 cm^{-1} y 6500–7000 cm^{-1} asociadas a sobretonos del enlace O–H del etanol y agua, así como señales entre 5500–6000 cm^{-1} relacionadas con enlaces C–H de alcoholes superiores. La aplicación de la segunda derivada mejoró la resolución espectral, permitiendo distinguir pequeñas diferencias composicionales. La homogeneidad observada en los espectros indicó consistencia química entre las muestras. El PCA mostró agrupamientos definidos según características espectrales, identificándose una muestra atípica que fue eliminada para mejorar la robustez del modelo. Tras su exclusión, las muestras presentaron mayor homogeneidad. El modelo desarrollado permitió autenticar destilados en el rango de 32–45 % Alc. Vol. Estos resultados concuerdan con investigaciones donde la NIR predice contenido alcohólico y composición química con alta precisión y menor tiempo analítico

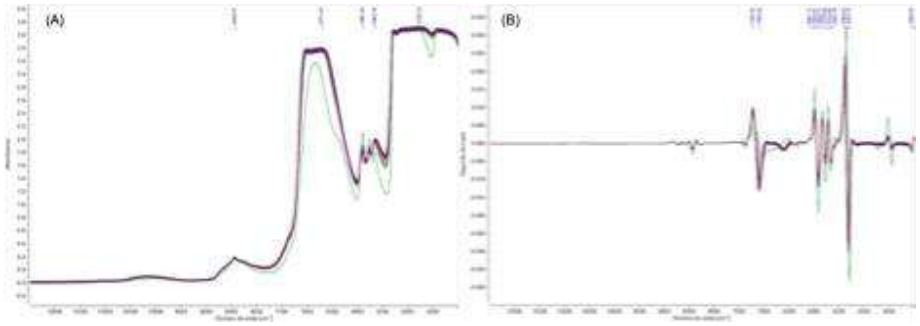


Figura 1. Espectros de infrarrojo cercano de muestras analizadas de destilado de pulque. (A) Espectros crudos de FT-NIR de 12 muestras (por quintuplicado) de destilado de pulque del Altiplano Mexicano. (B) Procesamiento de los espectros mediante segunda derivada con el método de Savitzky-Golay, un polinomio de grado 3 y un ancho de ventana de 15 puntos.

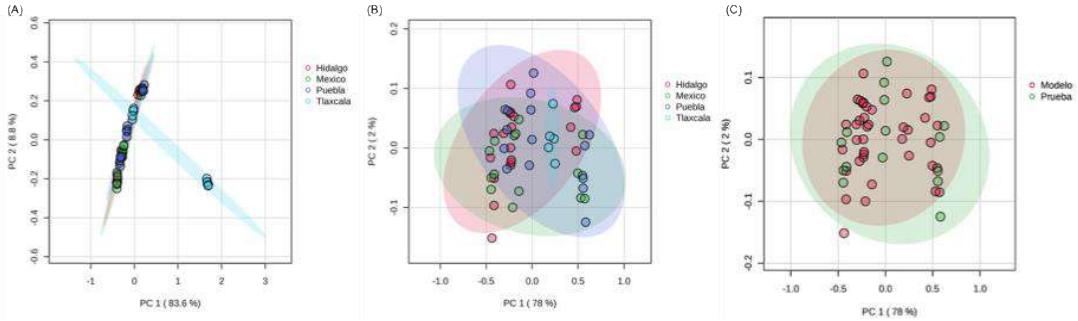


Figura 2. Gráficos de puntuaciones del modelo PCA de muestras de destilado de pulque. (A) Muestras analizadas organizadas por región de procedencia. (B) Muestras analizadas organizadas por región de procedencia eliminando el outlier. (C) Modelo PCA con el Modelo-Prueba.

Conclusiones

La espectroscopía NIR combinada con análisis quimiométrico permitió obtener una huella espectral confiable para autenticar destilados de pulque. El modelo multivariado generado discriminó muestras y evidenció patrones composicionales consistentes entre regiones. La técnica constituye un método rápido, no destructivo y eficaz para la verificación de autenticidad y control de calidad del producto.

Literatura citada

Jiménez-Carvelo, A. M., González-Casado, A., Bagur-González, M. G., Cuadros-Rodríguez, L. (2019). Alternative data mining/machine learning methods for the analytical evaluation of food quality and authenticity – A review. In Food Research International (Vol. 122, pp. 25–39). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.063

Oliveira, S., Duarte, E., Gomes, M., Nagata, N., Fernandes, D. D. de S., Veras, G. (2023). A green method for the authentication of sugarcane spirit and prediction of density and alcohol content based on near infrared spectroscopy and chemometric tools. Food Research International, 170. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112830

Pineda-Amaya, A. del C., Ocaña-Rios, I., García-Aguilera, M. E., Nolasco-Cancino, H., Quiroz-García, B., Esturau-Escofet, N., Ruiz-Terán, F. (2021). 1H-NMR profile of mezcal and its distillation fractions using two sample preparation methods: direct analysis and solid-phase extraction. Chemical Papers, 75(8), 4249–4259. https://doi.org/10.1007/s11696-021-01660-5

Wang, L., Sun, D. W., Pu, H., Cheng, J. H. (2017). Quality analysis, classification, and authentication of liquid foods by near-infrared spectroscopy: A review of recent research developments. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(7), 1524–1538.

ALIMENTO FUNCIONAL FERMENTADO DE LECHE Y CHILACAYOTE (*Curcubita ficifolia*) PARA VALORIZACIÓN AGROALIMENTARIA EN PUEBLA

Dulce María Hernández-Degante[1]*; Víctor Millán-Tinoco[1]; Jorge Rivera-Flores[1]; Alexander Fernández-Rocha[1]; Yesenia Méndez-Santos

[1]Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Academia de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Academia de Ingeniería en Gestión Empresarial Teziutlan, Puebla.

* dulce.hd@teziutlan.tecnm.mx

Introducción

La chilacayota (*Cucurbita ficifolia*) es un cultivo nativo de México con alto valor nutricional. Sin embargo, su aprovechamiento agroindustrial es limitado debido a la escasa investigación orientada al desarrollo de productos innovadores (Rodríguez-Ramírez et al., 2023; Muñoz y Rodríguez, 2024). Por otro lado, la leche de vaca es una materia prima fundamental en la industria agroalimentaria, que mediante fermentación láctica puede transformarse en productos como el yogurt, con mejoras en su digestibilidad, propiedades sensoriales y potencial funcional, además de cumplir con la normativa vigente (Savaiano y Hutkins, 2021; Rodiles-López et al., 2022). En este contexto, la incorporación de materias primas vegetales regionales en alimentos fermentados representa una estrategia viable para el desarrollo de alimentos funcionales y la valorización agroalimentaria local**.** El objetivo de este estudio fue desarrollar un alimento funcional fermentado a base de leche de vaca y chilacayota de la Sierra Nororiental de Puebla.

Materiales métodos

El estudio se realizó en Teziutlán, Puebla (19°49’ N, 97°21’ O; 1,980 msnm), bajo condiciones de clima templado subhúmedo. La leche bronca fue obtenida de un productor local de la Sierra Nororiental de Puebla y evaluada conforme a la NOM-155-SCFI-2012. La chilacayota (*Cucurbita ficifolia*) se analizó en dos estados de madurez (tierno y maduro). El fruto fue lavado, descascarado, desprovisto de semillas y su pulpa triturada, filtrada y conservada a 4 °C hasta su análisis. La caracterización físico-química de la chilacayota incluyó la determinación de humedad por secado en horno, pH por potenciometría, acidez titulable mediante titulación con NaOH 0.1 N y sólidos solubles totales por refractometría. La leche bronca se caracterizó mediante la determinación de densidad, viscosidad, pH, sólidos solubles y acidez titulable, empleando métodos estandarizados. Para la elaboración de yogurt con chilacayota, la leche se pasteurizó a 72 °C durante 15 s, se adicionó fécula de maíz como estabilizante y se enfrió a 42–44 °C para la inoculación del cultivo láctico. La fermentación se realizó durante aproximadamente 12 h bajo condiciones controladas de temperatura. Posteriormente, se elaboró un dulce de chilacayota por cocción de la pulpa con azúcar, el cual se incorporó al yogurt natural bajo agitación para obtener el producto final. El yogurt con chilacayota fue caracterizado mediante la determinación de pH, acidez titulable y sólidos solubles. La evaluación sensorial se realizó con 50 jueces no entrenados, considerando aroma, sabor, textura y aceptabilidad general. Los análisis se realizaron por triplicado y los datos obtenidos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95 %.

Resultados y discusión

El Cuadro 1 presenta los resultados de esta investigación. La pulpa de chilacayota presentó alta humedad y bajos sólidos solubles, con variaciones de pH asociadas al estado de madurez, resultados acordes con lo reportado para *Cucurbita ficifolia* en estudios previos (Bautista, 2020; Moreno-Quiroga et al., 2023). Estas características confirman su viabilidad como ingrediente en productos fermentados. La leche bronca mostró parámetros fisicoquímicos dentro de los rangos establecidos por la NOM-155-SCFI-2012, lo que indicó condiciones adecuadas para su

fermentación. El yogurt de chilacayota presentó valores de pH y acidez típicos de este tipo de productos, evidenciando un proceso fermentativo adecuado, mientras que el incremento en sólidos solubles se asoció a la incorporación de la matriz vegetal.

Cuadro 1. Comparación de las características físico-químicas de materias primas y producto final.

Parámetro	Pulpa de chilacayota (tierno)	Pulpa de chilacayota (maduro)	Leche bronca	Yogurt de chilacayota
Humedad(%)	95.22 ± 0.14	—	—	—
Densidad(g/mL)	—	—	1.02 ± 0.00	—
Viscosidad(Pa·s)	—	—	0.09 ± 0.02	—
pH	6.55 ± 0.03	5.96 ± 0.02	6.80 ± 0.00	4.93 ± 0.06
Sólidos solubles (%)	5.00 ± 0.00	6.00 ± 0.00	10.15 ± 0.21	24.67 ± 0.58
Acidez (%)	0.07 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.14 ± 0.007	0.93 ± 0.03

Los resultados se expresan como promedio ± desviación estándar (n = 3). (—) Parámetro no determinado.

La evaluación sensorial mostró una aceptación del 75 % para el aroma, 80 % para el sabor y 62 % para la textura del yogurt por parte de catadores no experimentados. La menor aceptación de la textura se atribuyó a la presencia de pulpa de chilacayota. De manera general, el 81.5 % de los evaluadores aceptó el producto, destacando principalmente su sabor.

Conclusiones

El alimento fermentado elaborado a partir de leche de vaca y chilacayota presentó valores de pH y acidez característicos de un yogurt, los cuales se encuentran dentro de los rangos establecidos por la **NOM-155-SCFI-2012**, lo que confirma la adecuada fermentación del producto. Los sólidos solubles obtenidos fueron consistentes con formulaciones de yogurt reportadas en la literatura. Asimismo, la aceptación sensorial global del producto evidenció su viabilidad como alimento fermentado, cumpliendo con criterios fisicoquímicos y de calidad requeridos para este tipo de productos.

Literatura citada

Bautista, A. M. (2020). Caracterización físico-química de la chilacayota (*Cucurbita ficifolia*) en diferentes estados de madurez. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11*(4), 823–831. https://doi.org/10.xxxx/rmca.v11i4.xxxx

Moreno-Quiroga, L., Hernández-García, J. A., & Pérez-López, E. (2023). Propiedades fisicoquímicas del mesocarpio de *Cucurbita ficifolia* cultivada en regiones del sur de México. *Agrociencia, 57*(2), 215–224. https://doi.org/10.xxxx/agro.v57i2.xxxx

Muñoz, M., & Rodríguez, E. (2024). Valor nutricional y potencial agroindustrial de *Cucurbita ficifolia*. *Revista Latinoamericana de Alimentos Funcionales, 5*(1), 12–21.

Rodiles-López, J. O., Salgado, L. M., & González-Córdova, A. F. (2022). Yogurt and fermented milks: Health benefits and quality standards. *Dairy Science & Technology, 102*(4), 411–423. https://doi.org/10.1007/s13594-022-00630-5

Rodríguez-Ramírez, R., Hernández-Santos, B., & Morales-de la Peña, M. (2023). Nutritional and functional properties of chilacayota (*Cucurbita ficifolia*): A review. *Food Reviews International, 39*(5), 3124–3139. https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1969397

Savaiano, D. A., & Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. *Nutrition Reviews, 79*(5), 599–614. https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa013

ELABORACIÓN E INNOVACIÓN DE QUESO TIPO MANCHEGO APLICANDO HIDROLATO DE FLOR DE CALABAZA

Tanya Sherlyn Hernández-González*; Amisadai Sanchez-Martinez; Diana Laura Ecahua-Romualdo; Leonardo Ramsés Ignacio-Sánchez; Yacsiri Lizbeth Rodriguez-Perez; Angélica Vélez-Barbosa

Universidad Tecnológica de Tehuacán

*a3524110723@alumno.uttehuacan.edu.mx

Introducción

La elaboración de quesos constituye una alternativa relevante para el aprovechamiento de la leche de vaca. El queso tipo manchego destaca por su amplio consumo; diversos estudios han señalado la importancia de incorporar ingredientes naturales con potencial funcional que permitan mejorar la calidad y aportar valor agregado a los productos lácteos. Se ha propuesto el uso de extractos y subproductos vegetales como una estrategia viable para la innovación alimentaria. La flor de calabaza es reconocida por su contenido de compuestos bioactivos y por su uso tradicional en la gastronomía mexicana, por lo que su aplicación en productos lácteos resulta de interés científico y tecnológico (Mlcek & Rop, 2011). En el presente estudio se evalúa la aplicación del hidrolato de flor de calabaza, como ingrediente enriquecedor y alternativa natural en el queso manchego, así como su rendimiento, evaluación sensorial y parámetros de calidad.

Materiales y métodos

El hidrolato se obtuvo mediante un proceso de destilación por arrastre de vapor utilizando un sistema de destilación artesanal, se agregaron 3 L de agua, 630 g de flor de calabaza previamente desinfectada, 3 unidades de clavo de olor y 1 g de romero; la operación se mantuvo durante 25 min. Para la elaboración del queso, se procesaron 10 L de leche de vaca mediante pasteurización (HTST) a 73 °C durante 15 s, seguido de un enfriamiento controlado hasta una temperatura de 32 °C. Posteriormente, se adicionaron cultivos lácticos (VIVOLAC DRI-SET MSM 840), 2 mL de cuajo y 3 g de $CaCl_2$, conforme a un protocolo convencional para la elaboración de queso tipo manchego. La cuajada obtenida fue sometida a las etapas de corte, trabajo de grano, desuerado y moldeo, para después aplicar presión. El producto final se mantuvo bajo refrigeración a 4 °C. A continuación, se procedió a la preparación de la salmuera, se elevó la temperatura de 3 L de agua hasta 85 °C durante 15 min. Cuando la temperatura descendió a 40 °C, se incorporaron 300 g de sal (10 %) y una vez alcanzada la temperatura de 20 °C se adicionaron 200 mL de hidrolato, se realizó la homogenización y se enfrió la disolución hasta 10 °C. El queso fue sumergido en la salmuera durante 7 h. Por último, se realizó la evaluación sensorial afectiva con escala hedónica entre un queso comercial y el artesanal con hidrolato, se analizaron los datos con el estadistico t de Student, para valorar si existen diferencias significativas entre las muestras.

Resultados y discusión

A partir de 10 L de leche de vaca se obtuvo un rendimiento final de 887 g de queso tipo manchego, valor considerado adecuado para un proceso a escala experimental. El proceso de elaboración se llevó a cabo de manera controlada, permitiendo la obtención de un producto con características homogéneas. En el cuadro 1 se presentan los resultados físico químicos del queso tipo manchego, mientras que en el cuadro 2 el recuento de coliformes totales, utilizando el método de recuento de medio de cultivo agar BVL, con una incubación a 35-37°C durante 24 horas. Los valores de la prueba t de Student calculados mostraron una diferencia significativa en los atributos entre un queso tipo manchego comercial y el queso tipo manchego con hidrolato de flor de calabaza mostrados en la figura 1. Los parámetros de calidad evaluados indicaron una adecuada retención de humedad, textura uniforme y apariencia característica del queso tipo manchego.

Estos resultados concuerdan con estudios previos que señalan que la adición de extractos vegetales en productos lácteos no compromete su estabilidad tecnológica y favorece la diferenciación del producto.

Cuadro 1. Resultados fisicoquímicos de los valores obtenidos del queso manchego comercial y queso tipo manchego con hidrolato de flor de calabaza.

Análisis	Comercial	Con hidrolato de flor de calabaza	Rango aceptado en la NOM-243-SSA1-2010	Métodos
pH	5.30	5.22	5.0 - 5.5	NMX-F-317-SCFI-2010
% de Humedad	37.5	40.5	36 - 45	NOM-116-SSA1-1994
% ceniza	3.8	4.0	2.5 - 5.0	NMX-F-607-SSFI-2015

Cuadro 2. Resultados microbiológicos de coliformes totales de un queso manchego comercial y el queso tipo manchego con hidrolato de flor de calabaza.

Placas	Comercial (UFC/g)	Con hidrolato de flor de calabaza (UFC/g)	Límite NOM-243 (UFC/g)
10^{-1}, 10^{-2}	4.22	3.5	≤ 100

Figura 1. Gráfica radial de la prueba de evaluación sensorial afectiva para los atributos entre un queso manchego comercial y el queso manchego con hidrolato de flor de calabaza

Conclusiones

El desarrollo del queso tipo manchego con hidrolato de flor de calabaza, permitió obtener un producto con valor agregado que generó un perfil sensorial distintivo con una significativa aceptación en sus atributos.

Literatura Citada

Mlcek, J.; Rop, O. Flores frescas comestibles de plantas ornamentales: una nueva fuente de alimentos nutracéuticos. Trends Food Sci. Technol. 2011. 22, 561-569.

https://www.researchgate.net/publication/232402603_Fresh_edible_flowers_of_ornamental_plants_-_A_new_source_of_nutraceutical_foods

NORMEX. (2020). NMX-F-607-NORMEX-2020. Alimentos—Determinación de cenizas en alimentos. Ciudad de México, México.

https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-607-normex-2020/

Secretaría de Economía. (2010). NMX-F-317-SCFI-2010. Alimentos-Determinación de pH en alimentos. Dirección general de Normas.

https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-317-normex-2013/

Secretaría de Salud. (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994. Determinación de humedad en alimentos. Diario Oficial de la Federación. https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-116-ssa1-1994/

Secretaría de Salud. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Diario Oficial de la Federación. https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-243-ssa1-2010/

CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE QUESO PANELA INDUSTRIAL Y ARTESANAL COMERCIALIZADOS EN EMILIO CARRANZA, VERACRUZ

Jose Juan Moreno-Reyes*; Angela Estrella Salvador-Alvarado; Alfredo Nava-Zamora; Elena Cruz-Preza; Francisco Javier Gutiérrez-Hernández

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre. Ingeniería en Industrias Alimentarias

* 21010076@martineztorre.tecnm.mx

Introducción

Los quesos mexicanos genuinos representan historia e identidad cultural, gracias a su proceso artesanal y diversidad de sabores, aromas y texturas. Estas características convierten a los quesos artesanales en un patrimonio gastronómico de gran relevancia social y cultural. Méndez-Romero (2021) señala que, si bien en México existe una amplia producción de quesos artesanales, su caracterización fisicoquímica y sensorial sigue siendo limitada, además de ser considerados inferiores en calidad a los quesos industriales. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo realizar una comparación fisicoquímica y sensorial de muestras de queso panela de productores de Emilio Carranza con quesos industrializados.

Materiales y métodos

Se analizaron 4 muestras en dos periodos diferentes (octubre-noviembre 2025). Los parámetros evaluados fueron: pH (potenciómetro HANNA®, HI8424, USA), acidez (titulación), humedad (horno de secado, Scorpion scientific®, A52040, México), ceniza (incineración, Yamato®, F0270CR, Japón), lípidos (método VAN-GULIK), y proteína (método Kjeldahl). La evaluación sensorial se realizó en el Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre mediante una prueba de aceptabilidad con escala hedónica. Se utilizó un diseño completamente al azar, los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$). Así mismo, se realizó un análisis de componentes principales empleando el software Statgraphics® Centurión XIX.

Resultados y discusión

El contenido de acidez en el queso artesanal Chihuahua fue significativamente mayor **(**Cuadro 1**)**. Sin embargo, se encuentra dentro de los valores reportados por Perdomo et al. (2015). El queso industrial FUD® presentó un contenido de humedad significativamente menor (34%), además de estar fuera de los límites (53-66%) reportados para este tipo de quesos (Nava-Romero, 2018; Karamoko y Karoui, 2024). Los parámetros pH y % de proteína son similares a lo reportado por Karamoko y Karoui (2024), 4.9- 6.3 y 18- 24%, respectivamente. El análisis de componentes principales reunió el 98.8% de la proporción de variabilidad **(**Figura 1**).** El primer componente se conforma por apariencia, textura, aroma, sabor y global y el segundo componente está conformado por acidez. Además, se observa la formación de tres grupos el primer grupo lo conforman las marcas con mayor aceptación FUD® (textura, apariencia y aroma) y Esmeralda® (global, sabor y acidez). En el segundo grupo se encuentra la Quesería Chela (acidez), mientras que en el tercer grupo se encuentra la Cremería Chihuahua con una menor preferencia en todos los atributos evaluados.

Conclusiones

La composición fisicoquímica en quesos panela presentó diferencias significativas en parámetros de humedad y acidez. Los quesos industrializados presentaron mayor aceptación sensorial.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas en muestras de queso tipo panela artesanales e industriales.

Muestra	pH	% Acidez	% Humedad	% Ceniza	% Lipidos	% Proteina Total
Queseria Chela	5.46±0.36[a]	0.11±0.03[a]	48.90±1.05[b]	6.2±2.16[a]	34.13±16.89[a]	13.59±1.40[a]
Cremeria Chihuahua	5.31±0.31[a]	0.50±0.07[b]	54.34±6.77[b]	5.31±2.32[a]	23.36±7.66[a]	15.34±6.70[a]
FUD	5.25±0.49[a]	0.16±0.04[a]	34.08±5.84[a]	6.44±1.41[a]	21.65±0.63[a]	22.16±3.06[a]
Esmeralda	5.38±0.40[a]	0.13±0.01[a]	46.10±4.86[ab]	6.25±3.42[a]	17.31±0.13[a]	18.1±7.07[a]

Resultados expresados con media y desviación estándar de dos repeticiones. Subíndices diferentes (a, b) en el sentido de las columnas indican diferencias significativas (P<0.05).

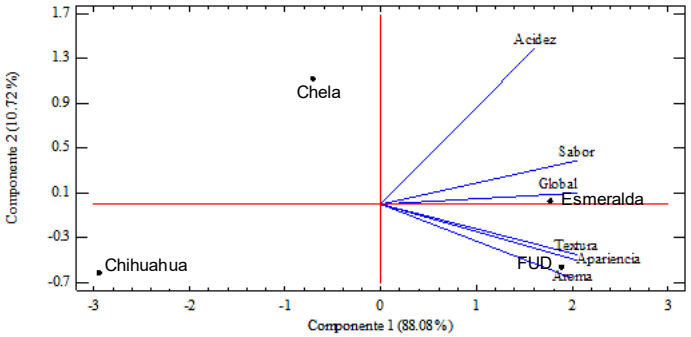


Figura 2. Mapa de preferencias en quesos panela de producción artesanal e industrial.

Literatura citada

Karamoko, G., & Karoui, R. (2024). Physicochemical, rheology, and mid-infrared spectroscopy techniques for the characterization of artisanal and industrial maroilles cheeses. *Foods,* 13(19), 1-17. https://doi.org/10.3390/foods13193086

Méndez- Romero, J. I. (2021). *Selección de bacterias acido lácticas aisladas de queso fresco que poseen el sistema CRISPR-Cas como mecanismo de defensa contra bacteriófagos.* [Tesis de doctorado, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C]. Repositorio CIAD. https://goo.su/YylFg0

Nava-Romero, C.Y. (2018). *Evaluación de los parámetros de calidad de quesos panela artesanales del área metropolitana conforme a la normatividad mexicana.* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/801/1/RI003909.pdf

Perdomo, C., Gutiérrez, F., García, O., Acevedo, I., Bastidas, Z. y Kowalski, A. (2015). Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de queso blanco artesanal en la Parroquia Buría, Estado Lara, Venenzuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias,* 20(2), 35-44. https://revistas.uclave.org/index.php/gcv/article/view/884

PRODUCCIÓN INTENSIVA DE MAÍZ EN ESPACIOS URBANOS MEDIANTE CULTIVO VERTICAL (*Zea mays* L.)

Jorge López-García*; Romel Olivares-Gutiérrez; Roberto Rendón Medel

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo

* jluis.lopez@ciestaam.edu.mx

Introducción

El mundo se enfrenta al reto de producir suficientes alimentos en áreas con cada vez menos espacio. Los cultivos extensivos, como el maíz, ocupan una gran superficie cuando se siembran de manera tradicional, es decir, extractiva. Esta investigación plantea evaluar la posibilidad de cultivar maíz de porte bajo en un sistema vertical de torres de cultivo, con el objetivo de aprovechar la altura de los espacios disponibles para la producción. De esta forma, se busca maximizar y evaluar la producción en espacios reducidos, así como optimizar el uso de recursos como el agua y los nutrientes. El fin principal es demostrar que el cultivo vertical de maíz enano es capaz de aumentar la producción con una menor huella ambiental, contribuyendo a la seguridad y sostenibilidad de la alimentación urbana.

Materiales y métodos

Este experimento se realizó con 8 prototipos verticales, con cuatro plantas por nivel y dos niveles por prototipo, por lo que se trabajó con un total de 64 plantas en un área basal de un metro cuadrado. La estructura portante fue construida con tubos de PVC y pilones de acero galvanizado.

Las plantas crecieron en cuatro distintos tipos de sustrato (tezontle y turba, tezontle y composta, perlita y turba, perlita y composta). Las plantas recibieron nutrientes mediante riego continuo con la solución nutritiva propuesta por el INIFAP (INIFAP, 2005). El sistema hidropónico fue abierto y la humedad ambiental se mantuvo en 60%. Se cultivó maiz hibrido enano, cuyo porte pequeño tolera la alta densidad.

Resultados y discusión

El cultivo vertical mostró una mayor producción por unidad de superficie que el cultivo tradicional. En el experimento se pudo apreciar que el rendimiento por área fue de 3.2 kg/m² en sistema vertical, frente a 2.4 kg/m² en campo abierto. Cada planta, de forma individual produjo ligeramente menos grano (0.4 vs. 0.5 kg/planta); sin embargo, al contar con una mayor densidad de siembra, el rendimiento total fue superior. Se observó que el ciclo vegetativo del maíz enano fue más corto. Este tomó únicamente 130 días, mientras que en campo abierto requirió 150 días. Con esta metodología de cultivo podrían lograrse hasta dos cosechas anuales en sistema vertical, en contraste con una sola por año en cultivo abierto. Estos resultados reafirman investigaciones de diversos autores, quienes coinciden en que los cultivos en sistemas verticales pueden alcanzar rendimientos de hasta diez veces superiores en comparación con sistemas convencionales de campo abierto (Chen, 2025). Otro beneficio observado fue el ahorro de recursos hídricos, debido al sistema de riego por goteo y al uso de solución nutritiva. Estudios indican que la agricultura vertical puede ahorrar hasta un 90% de agua en comparación con un cultivo convencional (Nájera, 2024), ya que el riego se optimiza de tal forma que se minimizan las pérdidas. El prototipo demostró un ahorro del 70% de agua respecto al sistema convencional, así como una reducción en el uso de nutrientes gracias al fertirriego. Esta metodología evita lixiviados y disminuye la contaminación del suelo, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. Asimismo, el sistema logró un 90% menos de uso de suelo y una mayor eficiencia hídrica en comparación con la metodología tradicional.

El principal problema identificado fue el uso de energía eléctrica para el bombeo de agua. El prototipo utilizó bombas durante todo el ciclo de cultivo, lo que elevó el consumo eléctrico por kg de grano producido. Esto generó un indicador de producción expresado en kg de grano por kWh, evidenciando que se requiere mucha más electricidad en un sistema vertical que en uno de campo abierto. En este caso, se requirieron 15 kWh para producir un kg de maíz. Este dato refleja que, con la cantidad actual de plantas por prototipo, el sistema vertical resulta ineficiente, por lo que se propone repetir el experimento incrementando la densidad de plantas con el fin de mejorar su eficiencia y competitividad. Por otra parte, la posibilidad de ubicar estos sistemas cerca de centros urbanos permite eliminar casi por completo los costos de flete, reduciendo así las emisiones de carbono y abaratando costos. En resumen, este trabajo constituye un primer acercamiento a una nueva metodología de producción de maíz enano orientada a multiplicar los rendimientos por área y ahorrar recursos; no obstante, el prototipo aún debe optimizarse para alcanzar viabilidad económica.

Conclusiones

La experiencia demuestra que el sistema vertical de cultivo de maíz enano es una alternativa prometedora para la agricultura urbana. Permite una mayor producción y aumenta la eficiencia del uso del espacio en el suelo; estas propiedades favorecen la sostenibilidad urbana y la seguridad alimentaria local. El sistema requiere mayores ajustes para ser rentable y efectivo; sin embargo, los resultados muestran que es viable. El sistema vertical de maíz enano puede compensar sus limitaciones mediante la reducción de costos de flete y la alta densidad de producción en espacios extremadamente pequeños.

Literatura citada

INIFAP. (2005). La fertilización en los cultivos de maíz. Folleto técnico No. 1. CENID-RASPA-INIFAP. Disponible en http://cenidraspa.inifap.gob.mx/demo/modulo/Folletos%20tecnicos/2005/La%20Fertilizaci%C3%B3n%20en%20los%20cultivos%20de%20ma%C3%ADz.pdf.

Chen, X. (2025). *The role of modern agricultural technologies in improving agricultural productivity and land use efficiency*. *Frontiers in Plant Science, 16*, 1675657. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1675657

Nájera V., C. (1 de febrero de 2024). *Agricultura vertical: el sistema que puede ahorrar hasta un 90% de agua*. iAgua. https://www.iagua.es/blogs/cinthia-najera-vazquez/agricultura-vertical-sistema-que-puede-ahorrar-90-agua

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE REPOSO DEL NIXTAMAL EN TORTILLAS DE MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.)

Veronica Virginia Tepixtle-Colohua[1*]; Leticia García-Cruz[2]; Alma Leticia Saucedo-Yáñez[3,4]; Benito Reyes-Trejo[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. [2]INIFAP. [3]LANISAF, Universidad Autónoma Chapingo. [4]Secihti.

* veronicatepixtle8@gmail.com

Introducción

El maíz pigmentado de Ixtenco, Tlaxcala, constituye un recurso biocultural de alto valor agroalimentario, asociado a variedades nativas ricas en compuestos fenólicos, particularmente antocianinas, responsables de su coloración y propiedades antioxidantes (Salinas-Moreno et al., 2017). La nixtamalización tradicional, proceso ancestral mesoamericano, mejora la calidad tecnológica y nutricional del grano; sin embargo, variables como el tiempo de reposo del nixtamal influyen en la estabilidad y retención de dichos compuestos bioactivos (López-Morales et al., 2019). En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del tiempo de reposo del nixtamal sobre la calidad fisicoquímica de las tortillas preparadas con maíz morado (*Zea mays L.*) de Ixtenco, Tlaxcala, considerando parámetros tecnológicos del proceso de nixtamalización y la retención de compuestos fenólicos con actividad antioxidante.

Materiales y métodos

Se utilizaron cuatro poblaciones de maíz morado (*Zea mays* L.) raza Cónico, provenientes de Ixtenco, Tlaxcala. La calidad física del grano se evaluó mediante humedad, peso hectolítrico, índice de flotación, estructuras del grano y color, conforme a la norma NMX-FF-034/1-SCFI-2020. La nixtamalización tradicional se realizó con 200 g de grano y 0.7% de hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$), cocción por 25 min y reposos de 2 y 17 h. Se determinó la calidad tortillera (humedad, pérdida de sólidos, pericarpio residual y pH). Los fenoles totales (mg EAF/100 g ms), antocianinas (mg ECy/100 g ms) y la capacidad antioxidante (µmol ET/100 g ms).) se cuantificaron mediante un espectrofotómetro UV-Vis (Beckman DU530). El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA factorial 2×4 y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados y discusión

El contenido de fenoles solubles totales, antocianinas y capacidad antioxidante presentó diferencias significativas tanto por genotipo como por tiempo de reposo (Cuadro 1). En tortilla se registró el contenido fenólico de hasta 397.37g ms, y alta contenido de antioxidantes de 121.57 a 60.17mg Cy/100 g ms. El reposo corto (2 h) conservó significativamente más fenoles (326.87 ± 89.53 mg EAF/100 g ms) y antioxidantes (117.67mg ECy/100 g ms) que el reposo prolongado de 17 h, evidenciando pérdidas por solubilización y degradación alcalina (Herrera-Sotero et al., 2017). En cuanto a la calidad de nixtamalización y tortilla (Cuadro 2), el reposo de 17 h incrementó la humedad del nixtamal (49.34 %), el rendimiento de masa (2.23 kg kg^{-1}) y aumentó la pérdida de sólidos (2.17%). No obstante, a pesar de estas diferencias asociadas al tiempo de reposo, el rendimiento de tortilla (1.68 y 1.66 kg kg^{-1} para 2 y 17 h, respectivamente) y los parámetros de textura, resistencia a la fractura, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Conclusiones

El reposo corto favoreció la conservación de antocianinas sin comprometer el rendimiento ni la textura de la tortilla. Se recomienda emplear tiempos de reposo reducidos como estrategia para optimizar la calidad funcional del producto final.

Cuadro 1. Contenido de compuestos bioactivos en tortillas de maíz morado (*Zea mays* L.).

Factor	Fenoles solubles totales	Antocianinas totales	FRAP	ABTS
Reposo				
2h	326.87^{a}	46.10^{a}	117.67^{a}	57.14^{a}
17h	234.69^{b}	34.88^{b}	76.43^{b}	45.78^{b}
Tortilla				
T1	283.15^{c}	48.95^{a}	121.57^{a}	72.22^{a}
T2	202.26^{d}	35.29^{d}	60.17^{c}	40.28^{d}
T3	397.37^{a}	48.48^{b}	114.01^{b}	56.26^{b}
T4	295.43^{b}	38.77^{c}	114.65^{b}	48.76^{c}

Media± desviación estándar. Medias que no comparten la misma letra entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Cuadro 2. Calidad de nixtamalización y tortilla en maíz morado (*Zea mays* L.).

Factor	Pérdida de sólidos (%)	Humedad (%)		Rendimiento (kg/kg)		Textura
		Nixtamal	Tortilla	Nixtamal	Tortilla	Resistencia (N)
Reposo						
2h	1.72^{b}	43.77^{b}	47.22^{a}	1.58^{b}	1.68^{a}	1.62^{a}
17h	2.17^{a}	49.34^{a}	46.84^{a}	1.75^{a}	1.66^{a}	1.73^{a}
Tortilla						
T1	1.96^{c}	48.48^{ab}	46.86^{b}	1.74^{a}	1.69^{b}	1.31^{b}
T2	2.15^{a}	44.56^{ab}	46.13^{b}	1.58^{b}	1.62^{c}	1.89^{a}
T3	2.00^{b}	49.30^{a}	46.81^{b}	1.73^{ab}	1.64^{c}	1.84^{a}
T4	1.68^{d}	43.88^{b}	48.32^{a}	1.61^{ab}	1.73^{a}	1.68^{a}

Media± desviación estándar. Medias que no comparten la misma letra entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Literatura citada

Herrera-Sotero, M. Y., Cruz-Hernández, C. D., Trujillo-Carretero, C., Rodríguez-Dorantes, M., García-Galindo, H. S., Chávez-Servia, J. L., Oliart-Ros, R. M., & Guzmán-Gerónimo, R. I. (2017). Antioxidant and antiproliferative activity of blue corn and tortilla from native maize. *Chemistry Central Journal,* 11(1), 110. https://doi.org/10.1186/s13065-017-0341-x

López-Morales, F., Vázquez-Carrillo, M. G., García-Zavala, J. J., López-Romero, G., Reyes-López, D., & Molina-Galán, J. D. (2019). Estabilidad y adaptación del rendimiento y calidad de tortilla en maíz Tuxpeño, Valles-Altos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1809–1811.

Salinas-Moreno, Y., Hernández-Martínez, V., Trejo-Téllez, L. I., Ramírez-Díaz, J. L., & Iñiguez-Gómez, O. (2017). Composición nutricional y de compuestos bioactivos en tortillas de poblaciones nativas de maíz con grano azul/morado. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1483-1496.

CARACTERIZACIÓN DE HARINAS EXTRUIDAS DE MAÍCES NATIVOS PIGMENTADOS

Gabriela Zamora-Rosas[1]*; Salvador Valle-Guadarrama[1]; Leticia Cruz-García[2]; Ofelia Sandoval-Castilla[1]; Landy Hernández-Rodríguez[1]

[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Intituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias-CEVAMEX.

* rosasgabriela942@gmail.com

Introducción

La extrusión es un tratamiento hidrotermal donde almidones se someten a temperaturas altas y a cizallamiento con tiempos cortos. El proceso modifica el almidón por la ruptura de la amilosa y la amilopectina (Cervantes-Ramírez et al., 2020). Esta tecnología permite desarrollar desde snacks inflados hasta tortillas instantáneas. Sin embargo, es importante conocer qué parámetros modifica el proceso de extrusión en harinas de maíces pigmentados, por lo que el objetivo fue determinar propiedades reológicas y fitoquímicas en harinas sin extruir y extruidas.

Materiales y métodos

Se usaron tres maíces nativos de color rojo, azul y morado, que pasaron por un proceso de extrusión (CICAT-IPN-Querétaro), donde las condiciones para extruir fueron: velocidad 15 rpm, temperatura 90 °C y humedad 30%. Se determinó tanto en harinas sin extruir (HSE) y extruidas (HE) el perfil viscoamilográfico. Asimismo, se determinó contenido de antocianinas totales (AT), de fenoles solubles totales (FST) y capacidad antioxidante (CA). Los resultados se expresaron en mg de equivalentes de cianidina clorada (ECy) por 100 g de muestra seca (mg ECy/100 g ms) y mg de equivalentes de ácido ferúlico (EAF) por 100 g de muestra seca (mg EAF/100 g ms), para AT y FST, respectivamente. La capacidad antioxidante (CA) se determinó con los métodos ABTS y FRAP, siguiendo la metodología descrita por García-Cruz et al. (2021), con resultados expresados en µM de equivalentes de Trolox (ET) por 100 g de muestra seca (µM ET /100 g ms). Todas las determinaciones se hicieron por triplicado y los datos fueron analizados con análisis de varianza con un diseño factorial y pruebas de comparación de medias con el estadístico de Tukey ($p<0.05$).

Resultados y discusión

Las harinas sin extruir (HSE) obtuvieron viscosidades más altas en comparación con las harinas extruidas (HE), presentando mayor PV, BD, VF y RT. Esto se debió principalmente a la ruptura de los gránulos del almidón y a la gelatinización que provoca el proceso de extrusión (Patil et al., 2021). El maíz morado tuvo los valores más altos de AT, FST y CA. Se ha reportado que el contenido de AT se relaciona con el tamaño de grano, dado a que las antocianinas se localizan mayormente en el pericarpio y en la capa de aleurona, por lo que a menor tamaño mayor contenido de AT (Salinas-Moreno et al., 2012) (Cuadro 2). Además, las harinas extruidas presentaron mayor contenido de FST, aumentando la capacidad antioxidante.

Conclusiones

El proceso de extrusión modificó la viscosidad de las harinas. Además, aumentó el contenido de FST y la capacidad antioxidante.

Cuadro 1. Perfil viscoamilográfico de harinas sin extruir y extruidas de maíces pigmentados.

	TP	Viscosidad (cP)				TPV
Color	(°C)	PV	BD	VF	RT	(min)
Rojo	79.36[b]	1190[c]	189[c]	1806.33[b]	805.17[b]	9.83[b]
Azul	79.9[a]	1704.83[a]	557[b]	2234.83[a]	1087.67[a]	9.75[b]
Morado	80.15[a]	1682.33[a]	564.5[a]	1671[c]	537.67[c]	10.30[a]
Tratamiento						
HSE	86.09[a]	1903.78[a]	823[a]	2141.67[a]	1050.56[a]	8.26[a]
HE	73.52[b]	1147.78[b]	51.11[b]	1666.44[b]	569.78[b]	11.66[a]

TP temperatura de pastificación, PV pico de viscosidad máximo, BD breakdown, VF viscosidad final, RT retrogradación, TPV tiempo de pico de viscosidad máximo.

Cuadro 2. Composición fitoquímica de harinas sin extruir y extruidas.

	AT	FST	Capacidad antioxidante (µM ET/100 g ms)	
Color	(mg ECy/100 g ms)	(mg EAF/100 g ms)	FRAP	ABTS
Rojo	4.65[c]	129[c]	19.03[c]	0.83[c]
Azul	37.84[b]	209.4[b]	28.23[b]	1.83[b]
Morado	119.01[a]	427.76[a]	68.42[a]	5.08[a]
Tratamiento				
HSE	64.10[a]	222.31[b]	33.32[b]	2.41[b]
HE	43.57[b]	288.6[a]	43.8[a]	2.76[a]

AT antocianinas totales, FST fenoles solubles totales, ECy equivalentes de cianidina clorada, EAF equivalentes de ácido ferúlico, ET equivalentes de trolox.

Literatura citada

Cervantes-Ramírez, J. E., Cabrera-Ramirez, A. H., Morales-Sánchez, E., Rodriguez-García, M. E., Reyes-Vega, M. de la L., Ramírez-Jiménez, A. K., Contreras-Jiménez, B. L., & Gaytán-Martínez, M. (2020). Amylose-lipid complex formation from extruded maize starch mixed with fatty acids. *Carbohydrate Polymers*, *246*, 116555. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116555

García-Cruz, L., Guerra Ramírez, D., Martínez Damián, T., Zuleta Prada, H., & Valle-Guadarrama, S. (2021). Shelf life of pitaya [*Stenocereus pruinosus* Otto ex Pfeiff.) Buxb.] fruit affected by temperature and guar gum, beeswax, oleic acid, and thyme essential oil coatings. *Acta Agrícola y Pecuaria*, *7*(1), 1–12.

Patil, S., Kaur, C., Puniya, M. K., Mahapatra, A., Lad, J. D., Jalgaonkar, K., & Mahawar, M. (2021). Functional Properties of Extruded Corn Flour. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, *2*(1), 167–174.

Salinas-Moreno, Y., Pérez-Alonso, J. J., Vázquez-Carrillo, G., Aragón-Cuevas, F., & Velázquez-Cardelas, G. A. (2012). Antocianinas y actividad antioxidante en maíces (*Zea mays* L.) de las razas chalqueño, elotes cónicos y bolita. *Agrociencia*, *46*(7), 693–706.

EFECTO DE HARINA DE HUAUZONTLE EN TORTILLAS DE MAÍZ: ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y DIGESTIBILIDAD DEL ALMIDÓN

Diana Itzel López-Monterrubio[1]*; Consuelo Lobato-Calleros[1]; Jaime Vernon-Carter[2]; José Álvarez-Ramírez[2]

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Preparatoria Agrícola. [2]Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica

* ilopezmonterrubio@gmail.com

Introducción

La ingesta elevada de tortillas en México, elaboradas predominantemente con harinas de maíz de bajo valor nutricional, se asocia con diversas problemáticas de salud pública (Vidaña-Pérez et al., 2022). La fortificación con ingredientes funcionales constituye una estrategia viable para mejorar su calidad nutracéutica; entre ellos destaca el huauzontle (*Chenopodium nuttalliae*), un pseudocereal rico en proteínas, fibra dietaria y compuestos fenólicos con elevada capacidad antioxidante (López-Monterrubio et al., 2020). Dichos compuestos pueden interactuar con el almidón, modificando su digestibilidad y contribuyendo a una posible modulación de la respuesta glucémica (Vernon-Carter et al., 2020). El presente estudio evaluó el efecto de la adición de harina de huauzontle (HF) sobre el contenido de compuestos fenólicos, la actividad antioxidante y las fracciones de digestibilidad del almidón en tortillas elaboradas con maíz azul y blanco.

Materiales y métodos

Se elaboraron tortillas con harina nixtamalizada de maíz azul y maíz blanco comercial (Maseca®), suplementadas con 0%, 5%, 10% y 15% de harina de huauzontle (HF), obteniendo los tratamientos TA (control azul), TA5, TA10, TA15 y TM (control blanco), TM5, TM10, TM15. Sobre las tortillas se determinó: el contenido de fenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu; la actividad antioxidante por los métodos de $DPPH^{\cdot}$ y $ABTS^{\cdot+}$; y las fracciones de almidón de digestión rápida (RDS), lenta (SDS) y resistente (RS) mediante hidrólisis enzimática *in vitro* y el método del ácido dinitrosalicílico (DNS). Los resultados se analizaron mediante un diseño completamente al azar con ANOVA y prueba de comparación de medias Tukey ($p < 0.05$) utilizando el paquete estadístico SAS® versión 3.1.0 (SAS OnDemand for Academics).

Resultados y discusión

La suplementación con HF incrementó significativamente (p <0.05) el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante en ambos tipos de tortilla, siendo pronunciado en tortillas de maíz azul. Las tortillas azules con 15% de HF (TA15) presentaron los valores más altos de fenoles y capacidad antioxidante, mientras que las tortillas blancas con 15% de HF (TM15) igualaron el contenido de fenoles de la TA, comportamiento asocia con la presencia de antocianinas y ácidos fenólicos propios del maíz pigmentado (Salinas-Moreno et al., 2024). En la digestibilidad, se observó una disminución del RDS y un incremento del RS con la adición de HF. La tortilla TA15 presentó el mayor porcentaje de RS (45.91%), en comparación con TA (24.52%). Esto se atribuye a la formación de complejos entre los polifenoles del huauzontle y las cadenas de almidón, lo que limita la acción de las enzimas amilolíticas, y a posibles interacciones con proteínas y lípidos.

Conclusiones

La incorporación de harina de huauzontle en tortillas de maíz incrementa el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante. Este enriquecimiento modifica el perfil de digestibilidad del almidón, al aumentando la fracción de almidón RS y disminuir el almidón RDS. Por lo tanto, la harina de huauzontle se presenta como una alternativa para desarrollar tortillas de maíz con propiedades nutracéuticas mejoradas.

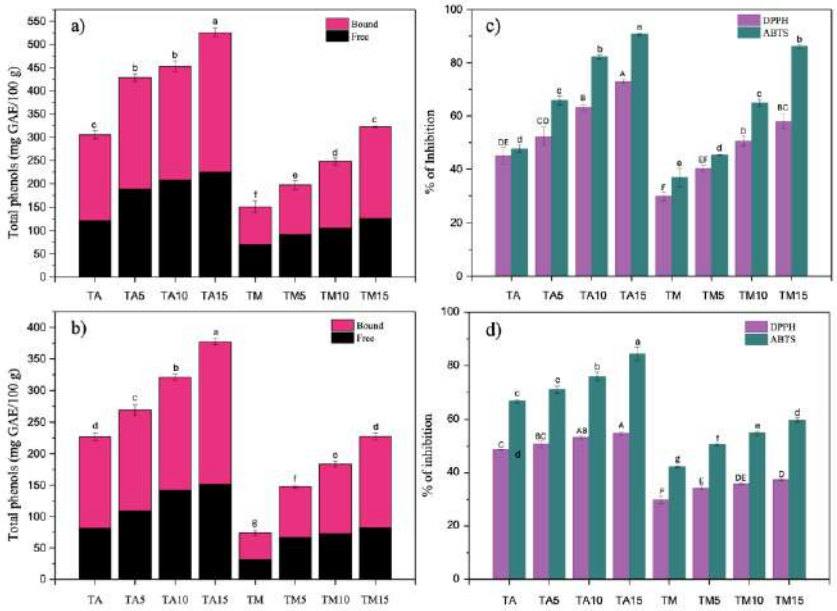


Figura 1. Contenido fenólico y capacidad antioxidante de muestras de harina y tortilla obtenidas de diferentes formulaciones.

Literatura citada

López-Monterrubio, D. I., Lobato-Calleros, C., Alvarez-Ramirez, J., & Vernon-Carter, E. J. (2020). Huauzontle (Chenopodium nuttalliae Saff.) protein: Composition, structure, physicochemical and functional properties. *Food Hydrocolloids*, 108, 106043. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106043

Salinas-Moreno, Y., Gálvez-Mariscal, A., Severiano-Pérez, P., Vázquez-Carrillo, G., & Trejo-Téllez, L. L. (2024). Flavor and TASTE attributes and nutritional insights of maize tortillas from landraces of Mexican races. *Heliyon*. e28314. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28314

Vernon-Carter, E. J., Alvarez-Ramirez, J., Bello-Perez, L. A., Gonzalez, M., Reyes, I., & Alvarez-Poblano, L. (2020). Supplementing white maize masa with anthocyanins: Effects on masa rheology and on the in vitro digestibility and hardness of tortillas. *Journal of Cereal Science*, 91, 102883. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102883

Vidaña-Pérez, D., Braverman-Bronstein, A., Zepeda-Tello, R., Camacho-García-Formentí, D., Colchero, M. A., Rivera-Dommarco, J. A., ... & Barrientos-Gutierrez, T. (2022). Equitability of Individual and Population Interventions to Reduce Obesity: A Modeling Study in Mexico. *American Journal of Preventive Medicine*, 62(1), 105-113. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2021.05.033

POTENCIAL PIGMENTANTE DE ANTOCIANINAS DE RESIDUOS DE MAÍZ

Salvador Valle-Guadarrama[1]*; Abigail López-Herrera[1]; Leticia García-Cruz[2]; Rafael A. Ortega-Paczka[3]; Ofelia Sandoval-Castilla[1]

[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, México. [2]Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. [3]Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo

* svalleg@chapingo.mx

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo originario de México con gran diversidad genética y relevancia cultural y alimentaria. Las variedades pigmentadas contienen antocianinas, compuestos fenólicos responsables de tonalidades rojas y púrpuras, además de exhibir actividad antioxidante. Después del desgrane, el olote constituye un residuo agroindustrial que conserva cantidades importantes de estos metabolitos, pero generalmente se destina a alimentación animal o se desecha. La recuperación de antocianinas a partir de este subproducto representa una estrategia de valorización con potencial aplicación como pigmento natural (López-Herrera et al., 2025). La extracción acuosa en dos fases (ATPE) es una técnica no térmica basada en exclusión salina que permite separar y concentrar compuestos bioactivos en una fase rica en solvente orgánico (Carranza-Gomez et al., 2025; Hernández-Rodríguez et al., 2025). El objetivo del trabajo fue separar antocianinas de olotes de maíz morado mediante ATPE y evaluar su potencial pigmentante y estabilidad en yogur y masa para tamales.

Materiales y métodos

Se utilizaron harinas de olote de dos poblaciones: Negro de Ixtenco y Negro de Ixtenco x Negro de Perú. La extracción se realizó con un sistema ATPE compuesto por 49% etanol, 8.25% citrato de sodio, 2.75% ácido cítrico y 40% agua, incorporando 1% de harina. El sistema fue auxiliado con sonicación (70 W, 2 min), agitación orbital (175 rpm, 25 °C, 1 h) y centrifugación (2900×g, 15 min) para generar dos fases. Las antocianinas se cuantificaron por el método diferencial de pH (Lee et al., 2005) y los fenoles solubles totales por Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965). Tras evaporar el etanol, los extractos concentrados (con antocianinas en 40 $mg \cdot mL^{-1}$) se aplicaron en yogur comercial y masa para tamales. Se evaluaron los atributos de color L*, H* y C* y se ajustaron a modelos logarítmicos para estimar concentraciones óptimas de pigmentación (60% del máximo teórico). En yogur se evaluó estabilidad durante 30 d a 4 y 25 °C. En tamales se evaluó el efecto de la cocción a vapor.

Resultados y discusión

La extracción acuosa en dos fases (ATPE) permitió recuperar más del 96% de las antocianinas en la fase superior, confirmando alta eficiencia del sistema etanol–citrato–ácido cítrico. En yogur, la adición de extracto provocó reducción progresiva de L* y desplazamiento de H* desde alrededor de 178° (blanco-amarillento) hacia valores cercanos a 0° (rojo), mientras que C* aumentó, reflejando mayor pureza. El comportamiento logarítmico indicó que pequeñas adiciones iniciales producen cambios marcados, pero incrementos posteriores generan efectos decrecientes. Una pigmentación equivalente al 60% del máximo teórico se logró con aproximadamente 0.45% de extracto, obteniendo tonalidades comparables a productos comerciales sabor fresa. Durante almacenamiento, el yogur refrigerado (4 °C) mantuvo estabilidad de color y pH en el rango 3.9–4.1, mientras que a 25 °C se observaron desplazamientos del ángulo de tono hacia valores menos rojizos, evidenciando mayor estabilidad bajo refrigeración. En masa para tamales, el color inicial blanco-amarillento (H* aproximadamente

de 86°) se desplazó hacia tonalidades rosa-morado con la incorporación de extracto. Para alcanzar 60% de pigmentación se requirieron concentraciones entre 2.7 y 3.1%, mayores que en yogur, debido a la naturaleza sólida y mayor opacidad de la matriz. La cocción a vapor generó incrementos de L* y H*, atribuibles a degradación térmica parcial de antocianinas. Sin embargo, el efecto cromóforo se mantuvo, demostrando resistencia relativa al tratamiento térmico. Estos resultados evidencian viabilidad tecnológica para sustituir colorantes artificiales en productos lácteos y tradicionales.

Conclusiones

La extracción acuosa en dos fases permitió separar y concentrar eficientemente antocianinas de olotes de maíz morado. Los extractos mostraron alto potencial pigmentante en yogur y masa para tamales, con estabilidad adecuada bajo refrigeración y resistencia parcial a cocción. Esta estrategia contribuye a la valorización de residuos agroindustriales y al desarrollo de ingredientes naturales funcionales con aplicación en la industria alimentaria.

Literatura citada

Carranza-Gomez, M., Valle-Guadarrama, S., Domínguez-Puerto, R., Sandoval-Castilla, O., & Guerra-Ramírez, D. (2025). Bioactive compounds and pigmenting potential of *Vaccinium corymbosum* extracts separated with aqueous biphasic systems aided by centrifugation. *Processes*, *13*(4), 1072.

Hernández-Rodríguez, G., Valle-Guadarrama, S., Guerra-Ramírez, D., Domínguez-Puerto, R., & López-Cruz, I. L. (2025). Anthocyanins of *Ardisia* spp. fruits separated with pH driven-aqueous biphasic systems. *Separation Science and Technology*, *60*(3–5), 426–437.

Lee, J., Robert, W. D., & Wrolstad, R. E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, *88*(5), 1269–1278.

López-Herrera, A., Ortega-Paczka, R. A. del S. C., Sandoval-Castilla, O., García-Cruz, L., & Valle-Guadarrama, S. (2025). Anthocyanins separated from degrained purple-corn cobs with aqueous biphasic systems as food pigments. *Applied Sciences*, *15*(19), 10730.

Singleton, V. L., & Rossi, J. J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, *16*, 144–158.

EVALUACIÓN DE USOS PROMISORIOS DE PECTINAS DE NOPAL (*Opuntia robusta*)

Bernabé Laureano-López[1]*; Salvador Valle-Guadarrama[2]

[1]Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo.

* blaureanol@chapingo.mx

Introducción

Las pectinas son polisacáridos estructurales de la pared celular vegetal compuestos principalmente por unidades de ácido galacturónico con variaciones en composición, estructura y peso molecular (Lara-Espinoza et al., 2018). La pectina es conocida como agente espesante, gelificante y estabilizante en la industria alimentaria y se ha utilizado en la elaboración de mermeladas y jaleas, preparaciones de frutas, concentrados de bebidas de frutas, jugos de frutas, postres y productos lácteos fermentados (Chen et al., 2015). El objetivo de este trabajo fue determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y el peso molecular de pectina extraída de *Opuntia robusta* para valorar su posible aplicación como hidrocoloide en la elaboración de algún alimento.

Materiales y métodos

Se determinó el contenido de carbohidratos totales mediante método colorimétrico (Dubois et al., (1956) empleando el reactivo de fenol-sulfúrico, contenido de cenizas (08-01 AACC 2000), fibra cruda con base en el método descrito en la NOM-F-90-S-1978 fibra cruda en alimentos. Se determinó el porcentaje de nitrógeno por el método Kjeldahl usando un sistema Büchi (KjelDigester K-425 y unidad de destilación Labconco Rapidstill II, Flawill, Switzerland). El contenido de proteína se calculó usando un factor de conversión de 6.25. El extracto etéreo se determinó con el método 30-25 de la AACC 2000. La viscosidad intrínseca proporciona el volumen hidrodinámico que ocupa una cadena de polímero en el disolvente y se determina a partir de datos de viscosidad de disoluciones diluidas como el límite cuando la concentración tiende a cero de la relación concentración–viscosidad específica, y tiene unidades del inverso de la concentración, convencionalmente se utilizan las unidades de $dL \cdot g^{-1}$ (Monteiro et al., 2018).

Resultados y discusión

Los nopales se recogieron en la comunidad de Tlalnepantla, Morelos. La pectina se obtuvo después de realizar las siguientes operaciones i) cosecha, ii) selección y limpieza, iii) pelado y desespinado, iv) molienda, v) centrifugación, vi) precipitación, vii) decolorado viil) secado. La Figura 1 muestra los resultados del análisis bromatológico de las pectinas extraídas de cladodios de nopal (*Opuntia robusta*). La composición proximal del mucílago de nopal está relacionada con su uso potencial en la industria. Las moléculas de alto peso molecular (v.g.: proteínas, hidrocoloides, pectinas, etc.) contribuyen a la estructura y viscosidad en los alimentos, la respuesta en la viscosidad depende del tipo de macromolécula y a la concentración de ésta. Recientemente, cladodios y frutos de nopal, p. ej., especies de *Opuntia*, han sido explorados para la extracción de pectinas (Morales-Martínez et al., 2018). La viscosidad intrínseca proporciona el volumen hidrodinámico que ocupa una cadena de polímero en el disolvente y se determina a partir de datos de viscosidad de disoluciones diluidas como el límite cuando la concentración tiende a cero de la relación concentración – viscosidad específica. A partir de la viscosidad intrínseca fue posible determinar la masa molecular promedio a través de la ecuación de Mark-Houwink: $[\eta] = k\,\bar{M}_w^a$, donde M_w es la masa molecular promedio, k= 9.55x10^{-2} cm^3. g^{-1} y a=0.73 a 298.15 K para pectinas (Zouambia et al., 2017). El valor obtenido de fue $4.3 \times 10^4\ g \cdot mol^{-1}$.

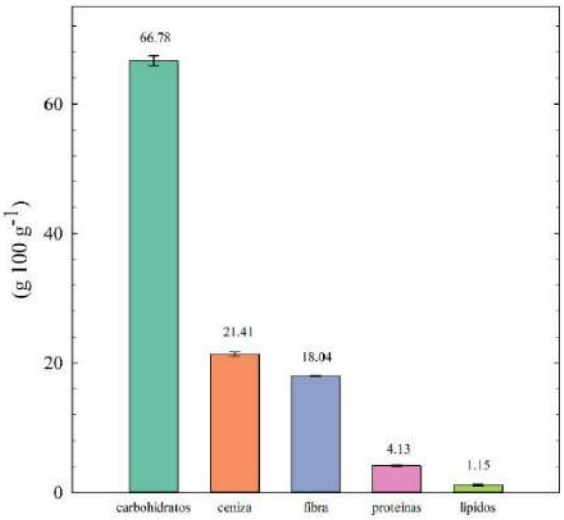


Figura 1. Análisis proximal de pectina de nopal (*Opuntia robusta*) extraída por precipitación con etanol y purificada mediante membranas de diálisis.

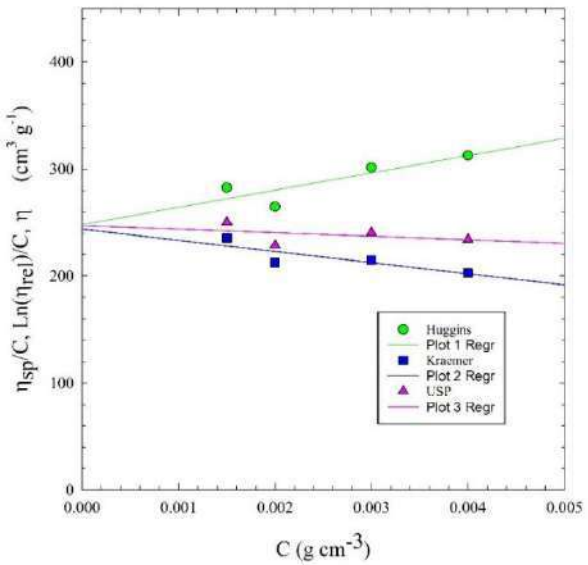


Figura 2. Gráficos de viscosidad reducida expresada como η_{sp}/C, $Ln\,\eta_{rel}/C$ y $\frac{[2(\eta_{sp}-Ln\eta_{rel})]^{1/2}}{C}$ *vs* concentración de pectina de nopal (*Opuntia robusta*).

Conclusiones

Se extrajo y purificó pectina de cladodios de *Opuntia robusta* y se determinó su composición proximal. Se determinó la viscosidad intrínseca de la pectina y, mediante la ecuación de Mark – Houwink se estimó el peso molecular promedio.

Literatura citada

Chen, J., Liu, W., Liu, C-M., Li, T., Liang, R-H., & Luo, S-J. (2015). Pectin modifications: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 55,* 1684-1698.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, *28*(3), 350–356.

Lara-Espinoza, C., Carvajal-Millán, E., Balandrán-Quintana, R., López-Franco, Y. & Rascón-Chu, A. (2018). Pectin and pectin-based composite materials: beyond food texture. *Molecules, 23,* 942.

Monteiro, da S., G., Fernandes P. R., Melo da C. M. P., Ferreira, I. L. & Cerqueira, D. M. (2018). Evaluation of viscometric properties of carboxymethylcellulose and gellan. *Journal of Molecular Liquids, 268,* 201 – 205.

Morales-Martínez, Y., López-Cuellar, M. del R., Chavarría-Hernández, N. & Rodríguez-Hernández, A. I. (2018). Rheological behaviour of acetylated pectins from cactus pear fruits (*Opuntia albicarpa* and *O. matudae*). *Food Hydrocolloids, 85,* 110 – 119.

Zouambia,Y., Youcef Ettoumi, K., Krea, M. & Moulai-Mostefa N. (2017). A new approach for pectin extraction: Electromagnetic induction heating. *Arabian Journal of Chemistry, 10*, 480 – 487.

DESARROLLO DE BIOPELÍCULAS COMESTIBLES A BASE DE POLÍMEROS BIODEGRADABLES

María Teresa Trejo-López[1*]; María Magdalena Crosby-Galván[1]; Jorge Luis Mejía-Méndez[2]; Elsa Margarita Crosby-Galván[1]

[1]Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. [2]Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Santiago de Querétaro, México.

* trejo.teresa@colpos.mx

Introducción

Los polímeros sintéticos derivados del petróleo siguen siendo los preferidos para envases alimentarios, sin embargo, son difíciles de degradar. De este modo, se han desarrollado biopelículas con polímeros naturales como polisacáridos, proteínas y lípidos entre los que destaca el alginato de sodio (As), un polisacárido natural derivado principalmente de algas marinas (Zhang *et al.,* 2023), de bajo coste, con excelente capacidad de formación de películas, biocompatibilidad, biodegradabilidad y no toxicidad, convirtiéndolo en una alternativa respetuosa con el medio ambiente (Zhou *et al.,* 2022). Sin embargo, las películas de As presentan baja actividad antibacteriana limitando su uso en envases de alimentos. Para mejorar las propiedades y funcionalidad de las biopelículas, se recurre a la adición de compuestos que puedan mejorar estas propiedades, como el ácido cítrico (Ac), que es un ácido natural de bajo costo y no tóxico, con la capacidad de entrecruzar y estabilizar estructuras de polisacáridos, además de poseer propiedades antibacterianas. Por otro lado, se pueden añadir otros compuestos como el glicerol (Gl) el cual actúa como plastificante mejorando así las propiedades físicas de las películas (Sharmin *et al.,* 2021). El objetivo de la presente investigación fue desarrollar películas de alginato de sodio y evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de ácido cítrico sobre las propiedades morfológicas de la superficie de las biopelículas.

Materiales y métodos

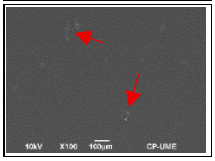
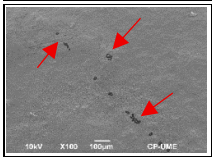
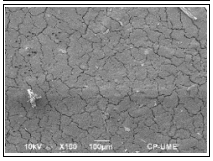
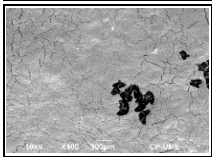
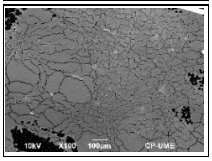
A través de un análisis de regresión factorial 2^k, se optimizó la síntesis de películas de alginato de sodio, ácido cítrico y glicerol (As-Ac-Gl). El diseño experimental se realizó utilizando el software Minitab V-21.1.0. En el Cuadro 1 se describen los niveles propuestos para la elaboración de películas. Para las películas de (As-Ac-Gl) se prepararon dos sistemas en recipientes separados que contenían el 50% del agua total. Se agregó As y Gl al 70% al primer recipiente y Ac al segundo, ambas soluciones se mantuvieron durante 30 min bajo agitación contante a 1000 rpm y 80 ± 5 °C. Posteriormente, los dos sistemas se mezclaron durante 20 min a la misma velocidad y temperatura de agitación hasta observar una solución homogénea. Luego, se vertieron 10 mL de la mezcla resultante en una placa de Petri y se secaron en un horno a 45 ± 5 °C durante 24 h. Después de este período, las biopelículas de As-Ac-Gl obtenidas se refrigeraron a 8 °C durante 24 h. La morfología de la superficie de las películas se observó mediante un Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) (Jeol JSM-6390, Tokio, Japón). Las películas se cortaron en muestras de 0.5 cm × 0.5 cm y se montaron en el soporte de muestras usando cinta adhesiva doble cara recubierta de carbono y luego se recubrieron con oro por pulverización. Las muestras se observaron bajo un voltaje acelerado de 10 kV y con un aumento de X100.

Resultados y discusión

Los resultados del MEB pueden revelar el estado de dispersión de cada fase en el sistema de mezcla y la combinación de interfaces de fase, lo que se considera un índice de evaluación del grado de compatibilidad de los componentes en la matriz (Chen *et al.,* 2021). Las imágenes del MEB de las películas compuestas de As-Ac-Gl, se presentan en el Cuadro 1. Las superficies de

F1 y F2 son lisas, lo que indica que el Ac tiene buena compatibilidad con las películas de As, mostrando una superficie homogénea. Sin embargo, se observaron algunos poros de forma irregular, que se pueden generar por repulsiones electrostáticas entre los aniones carboxilato del As durante la polimerización. Las películas F3, F4 y F5 mostraron superficies más agrietadas conforme aumenta la concentración del Ac y disminuye el As. El Ac tiene la función de entrecruzar y facilitar la reticulación mejorando las conexiones intermoleculares al formar enlaces covalentes di-ésteres entre los grupos hidroxilo del As y los grupos carboxilo del Ac (Pažarauskaitė *et al.,* 2023). Sin embargo, un efecto de reticulación excesiva puede reducir la movilidad de la estructura polimérica limitando la flexibilidad haciendo que la película se vuelva más rígida, frágil y propensa a romperse o agrietarse (Sharmin *et al.,* 2021).

Cuadro 1. Síntesis de películas de As-Ac-Gl.

	Formulación				
	F1	**F2**	**F3**	**F4**	**F5**
As (g)	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5
Ac (g)	0.5	1.5	1.5	1.5	0.5
Gl (mL)	2	2	6	2	2
Imágenes del MEB de la superficie de biopelículas					

Abreviaturas: As, alginato de sodio; Ac, ácido cítrico; Gl, glicerol; MEB, Microscopio Electrónico de Barrido.

Conclusiones

Los análisis del MEB revelan que el exceso de moléculas de Ac puede aumentar el efecto de reticulación afectando las propiedades estructurales de las películas de alginato de sodio.

Literatura citada

Chen, J., Wu, A., Yang, M., Ge, Y., Pristijono, P., Li, J., Xu, B., & Mi, H. (2021). Characterization of sodium alginate-based films incorporated with thymol for fresh-cut apple packaging. *Food Control*, *126*, 108063.

Pažarauskaitė, A., Noriega-Fernández, E., Sone, I., Sivertsvik, M., & Sharmin, N. (2023). Combined effect of citric acid and polyphenol-rich grape seed extract towards bioactive smart food packaging systems. *Polymers*, *15*(14), 3118.

Sharmin, N., Sone, I., Walsh, J. L., Sivertsvik, M., & Fernandez, E. N. (2021). Effect of citric acid and plasma activated water on the functional properties of sodium alginate for potential food packaging applications. *Food Packaging and Shelf Life*, *29*, 100733.

Zhang, X., Zhang, R., Zhao, S., Wang, T., Zhang, B., & Zhao, H. (2023). Development, characterization and functional properties of sodium alginate-based films incorporated with Schisandra chinensis extract-natamycin complex. *International Journal of Biological Macromolecules*, *253*, 127435.

Zhou, H., Yang, N., Hou, J., Yu, C., Jin, Z., Zeng, P., Yang, L., Fu, Y., Shen, Y., & Guo, S. (2022). Effects of CaCl2, HCl, acetic acid or citric acid on dynamic mechanical performances and physicochemical properties of sodium alginate edible films. *Food Packaging and Shelf Life*, *34*, 100935.

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS POSCOSECHA EN MARACUYÁ MORADO (*Passiflora edulis f. edulis* Sims.)

Eduardo Campos-Rojas[1]*; Francisco Javier Ruiz-Ibarra[1]; Nancy E.Gonzaléz-Florez[1]; Henrique Belmonte-Petry[2]; Ulises Guadalupe Reyes-Leaño[3]

[1]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Empresa de Pesquisa Agropecuaria e Extensão Rural de Santa Catarina/Estación Experimental de Urussanga, SC, Brasil. [3]Agrobiocol Green, Villa de Álvarez, Colima

* ecamposr@chapingo.mx

Introducción

La producción del maracuyá es una actividad de gran importancia social y económica, por tener una demanda no solo para el consumo en fresco sino también industrial. El consumo en fresco a abarca el 60% de la producción, siendo abastecido por el mercado mayorista y minorista (Almeida et al., 2023). En 2022, el mercado mundial de maracuyá y otras frutas de la pasión (*Passiflora edulis f. flaviocarpa* y *P. incarnata* L.), fue de 3,843.7 $USD, lo que representa una caída de 10.1 % en comparación con 2021. China es el principal comprador mundial, concentrando el 33 % de las compras totales equivalente a 1,268.6 $USD, seguido de EE. UU. con 306.3 $USD y Países Bajos con 281.5 $USD (Llantoy, 2023). Los frutos de maracuyá representan una vida útil corta al almacenarse en lugares calientes, en general no mayor a dos semanas. Cuando más maduro fue colectado, menor es su periodo de vida de anaquel (Canto & Cerqueira, 2017). No hay un alto número de estudios que estén relacionados en el uso de tratamientos poscosecha al grupo de Pasifloras (Marín et al., 2021). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el uso de ceras y envolturas plásticas en la disminución de la pérdida de agua y peso en el fruto.

Materiales y métodos

Se evaluaron 80 frutos de maracuyá morado colectados de la parcela experimental establecida en la Estación Experimental de Urussanga, Santa Catarina, Brasil, perteneciente a la EPAGRI; Se aplicó un lavado en solución de 100 ppm de cloro por cinco minutos. Se utilizaron tres concentraciones de cera Tanwax C 18 Nano®. Se evaluó una bolsa con microperforado elaborada por la empresa Embalagens plaszom® y una arpilla para fruta (Cuadro 1). Posteriormente, los frutos se colocaron en una cámara a una temperatura de 12 °C y 80% de humedad relativa. Se realizaron evaluaciones cada tercer día durante 13 días para evaluar las variables: pérdida de peso y la estética de la cáscara. Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de varianza y comparación de medias Tukey (a=0.05).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados.

Tratamiento	Envoltura	Características
T1	Testigo	Arpilla común
T2	Arpilla	Arpilla y cera al 100%
T3	Arpilla	Arpilla y cera al 75%
T4	Arpilla	Arpilla y cera al 50%
T5	Bolsa microperforada	Bolsa microperforada
T6	Bolsa microperforada	Bolsa microperforada y cera al 50%
T7	Bolsa microperforada	Bolsa microperforada y cera al 100%

Resultados y discusión

Se evaluó el efecto de siete tratamientos (T1–T7) sobre el porcentaje de pérdida de peso durante 13 días de almacenamiento. Las mediciones se realizaron a los días 3, 5, 8, 10 y 13 por triplicado. Para el análisis se emplearon las medias del porcentaje de pérdida de peso por tratamiento y día mostrados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Porcentaje de peso perdido por día en los 7 tratamientos.

Tratamiento	Día 3	Día 5	Día 8	Día 10	Día 13
T1	2.13	3.90	6.10	8.85	12.00
T2	1.48	2.82	4.79	7.26	9.98
T3	1.27	2.34	4.10	6.05	7.71
T4	1.13	2.27	3.86	5.74	7.95
T5	0.03	0.14	0.19	0.22	0.27
T6	0.03	0.08	0.24	0.27	0.31
T7	0.10	0.20	0.25	0.30	0.33

La prueba de comparación múltiple de Tukey reveló la formación de tres grupos estadísticamente diferenciados. Los tratamientos T5, T6 y T7 conformaron el grupo con menor pérdida de peso y no presentaron diferencias significativas entre sí ($p>0.05$). Los tratamientos T3 y T4 constituyeron un grupo intermedio, significativamente diferente del grupo T5–T7 ($p<0.001$). Finalmente, T1 y T2 presentaron las mayores pérdidas de peso, sin diferencias entre ellos, pero significativamente superiores a los demás tratamientos.

Conclusión

El uso de bolsa microperforada es el tratamiento más efectivo para minimizar la pérdida de peso durante el almacenamiento, seguido muy de cerca por el uso de bolsa microperforada en combinación con cera al 50%, mientras que el testigo y la arpilla en combinación con la cera al 100% resultan ineficientes para este propósito.

Literatura citada

Almeida, H., Santana, S., y da Silva A. (2023). Producción de maracuyá: Tendencias de mercado. Revista Campo y negocios. https://campoenegocios.com/producao-de-maracuja-tendencias-de-mercado/

Canto M. y Cerqueira F. (2017). Colheita e pós-colheita do maracujá. En Junghans T. y de Jesús O. (Eds.), Maracujá: do cultivo à comercialização (pp. 319–328). Embrapa.

Llantoy, M. (2023). Panorama del mercado Internacional y nacional de Maracuyá. CIEN. https://www.cien.adexperu.org.pe/panorama-del-mercado-internacional-y-nacional-de-maracuya/

Marín, B., Hincapié, G., y Barajas, J. (2022). Identificación de tecnologías poscosecha y su efecto sobre la vida útil en frutos pasifloráceos. Una revisión bibliográfica. Revista MODUM, 3. https://revistas.sena.edu.co/index.php/Re_Mo/article/view/4545

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE FRUTOS DE BONETE (*Jacaratia mexicana*)

Veronica Morales-Álvarez[1]*; Porfirio Juárez-López[1]; Iran Alia-Tejacal[1]; Víctor López-Martínez[1]; Ronald Ernesto Ontiveros-Capurata[2]
[1]Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. [2]Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-SECIHTI. Jiutepec
*veronica.morales@uaem.edu.mx

Introducción

El bonete (*Jacaratia mexicana*) es una especie nativa de México de la familia Caricaceae, que crece en los bosques caducifolios mexicanos, desde nivel del mar y hasta 2 700 m sobre el nivel del mar. En México, se distribuye en el Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas, y en el Golfo de México desde Veracruz hasta Quintana Roo (Álvarez-Hernández et al., 2019). Es una especie conocida también como papaya de montaña o cuaguayote, cuyos frutos, semillas y hojas han sido tradicionalmente utilizados en alimentos de la cocina tradicional mexicana y como medicina para afecciones de la piel desde épocas prehispánicas (Zulueta-Rodríguez et al., 2016). Sin embargo, a pesar de su importancia etnobotánica, existe escasa información cuantitativa sobre la calidad fisicoquímica de los frutos de bonete, particularmente en relación con su potencial para consumo en fresco y su transformación agroindustrial. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características fisicoquímicas de frutos de bonete, para generar información que permita caracterizar sus atributos de calidad y valor nutrimental.

Materiales y métodos

Se muestrearon cinco árboles de bonete, de los cuales se cosecharon seis frutos por árbol, lo que resultó en 30 frutos en total. Los frutos se evaluaron en estado de madurez comercial y fueron procedentes de comunidades rurales del municipio de Emiliano Zapata, Morelos. Se determinaron las siguientes variables físicas: masa (g), con una báscula digital; largo (cm) y ancho (cm), con una regla, índice de forma (largo/ancho en cm); masa de pulpa (g) con una báscula digital; número de semillas; y variables químicas: sólidos solubles totales (°Brix) con un refractómetro portátil; y acidez titulable (%) mediante titulación. Se usó un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones. Con los datos se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.5$) con el programa SAS versión 9.1.

Resultados y discusión

Los resultados mostraron diferencias ($P \leq 0.5$) en peso de fruto (Cuadro 1). Al respecto, los frutos de los árboles 2, 3, 4 y 5 fueron similares entre ellos ($P \leq 0.5$), pero diferentes al árbol 1, es decir, se observaron frutos más pesados en los árboles del 2 al 5 (485-665 g), mientras que el árbol 1 presentó los frutos con menor masa (275 g). En el largo de frutos los valores variaron de 16.3 cm (árbol 1) a 26.6 cm (árbol 2), mientras que para ancho de frutos los valores oscilaron de 6.2 cm (árbol 1) a 7.8 cm (árbol 4). Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($P \leq 0.5$) en el índice de forma con valores superiores a 1, indicando frutos alargados. En el peso de la pulpa de fruto tampoco hubo diferencias ($P \leq 0.5$). En cuanto a número de semillas el árbol 5 presentó el valor más alto (600.8), que puede estar relacionado con el bajo rendimiento de la pulpa. En general, los resultados obtenidos en el presente estudio son superiores a los de Álvarez-Hernández et al. (2019) que, para frutos de bonete de Arteaga, Michoacán, reportaron 112.80 g de peso del fruto, 20.28 cm de largo, 11.47 de ancho y 208.40 para número de semillas. Estos mismos autores, para la comunidad de Parácuaro, Michoacán, encontraron 109.4 g de peso del fruto, 20.74 cm de largo, 8.78 cm de ancho y 211.8 en el número de semillas. En las variables químicas, en cuanto a sólidos solubles totales no hubo diferencias ($P \leq 0.5$), con valores que oscilaron de 10.1 a 12.1 °Brix (Cuadro 1), mientras que la acidez titulable presentó alta variabilidad, influyendo en el perfil sensorial del fruto. No se encontraron reportes de sólidos solubles totales ni de acidez titulable

en frutos de bonete. Sin embargo, los resultados se pueden comparar con frutos de papaya por ser especies de la misma familia botánica. Al respecto, en frutos de en etapa de madurez comercial de papaya se han reportado valores de 11.39 °Brix en sólidos solubles totales y de 0.0879 % para acidez titulable (Barragán-Iglesias et al., 2018). Estos resultados indican que los frutos de bonete son casi similares en sólidos solubles totales, pero presentan valores superiores de acidez titulable comparado con frutos de papaya.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de frutos de bonete (*Jacaratia mexicana*) de Emiliano Zapata, Morelos.

Árbol	**Peso** (g)	**Largo (cm)**	**Ancho (cm)**	**IF**	**PPUL (g)**	**NSEM**	**SST** (°Brix)	**AT (%)**
1	275.0 b	16.3 c	6.2 c	2.7 a	47.2 a	251.8 c	12.1 a	0.56 b
2	665.1 a	26.8 a	8.9 a	3.1 a	48.7 a	558.7 ab	11.8 a	0.36 b
3	533.1 a	20.4 b	7.3 bc	2.9 a	60.8 a	428.5 abc	11.4 a	0.45 b
4	511.0 a	23.2 ab	7.8 ab	3.0 a	42.5 a	352.3 bc	10.9 a	0.47 b
5	485.4 a	25.2 a	7.6 ab	3.3 a	32.9 a	600.8 a	10.1 a	0.95 a
DMS	197.3	3.8	1.5	0.68	36.2	241.9	3.56	0.39
CV (%)	23.6	10.1	11.7	13.5	46.1	32.5	18.7	40.7

IF= Índice de forma, PPUL = peso de la pulpa, NSEM = número de semillas, SST = sólidos solubles totales, AT = acidez titulable, DMS = diferencia mínima significativa; CV = coeficiente de variación; P ≤ 0.0001.

Conclusiones

Los frutos de bonete (*Jacaratia mexicana*) presentaron valores de sólidos solubles (10.12 °Brix) comparables a frutos tropicales comerciales y una acidez titulable relativamente alta (0.36-0.95) que puede conferirle características distintivas. Se observó variabilidad significativa entre árboles en masa, largo y ancho de fruto, y número de semillas, lo que indica la existencia de genotipos con aptitud de selección. El bonete representa un recurso fitogenético nativo con potencial para aprovechamiento alimentario y agroindustrial en México.

Literatura citada

Álvarez-Hernández, J. C., Castellanos-Ramos, J. Z., & Aguirre-Mancilla, C. L. (2019). Exploración y caracterización de poblaciones de *Carica papaya* y *Jacaratia mexicana*: Particularidades de frutos. *Polibotánica*, *48*, 43–57.

Barragán-Iglesias, J., Méndez-Lagunas, L. L., & Rodríguez-Ramírez, J. (2018). Ripeness indexes and physicochemical changes of papaya (*Carica papaya* L. cv. Maradol) during ripening on-tree. *Scientia Horticulturae*, *236*, 272–278.

Zulueta-Rodríguez, R., Lara-Capistrán, L., & Hernández-Montiel, L. G. (2016). La papaya de montaña (*Jacaratia mexicana*) y sus usos potenciales. *La ciencia y el hombre*, *26*(1), 42–45.

PERFIL QUÍMICO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, CONTENIDO FENÓLICO Y ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DEL ACEITE ESENCIAL DE PIMIENTA GORDA

Ximena Zenil-López[1]*; Salvador Valle-Guadarrama[1]; Guillermina Hernández-Rodríguez[2]; Patricia Landa-Salgado[3]; María Rosa González-Tepale[2]

[1]Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria; [2]Departamento de Preparatoria Agrícola; [3]Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo.

* xime.23zenil@gmail.com

Introducción

La pimienta gorda es una especie que pertenece a la familia Myrtaceae. Es originaria de las regiones tropicales humedad y subhúmedas de América. En México, se encuentra principalmente en las regiones oriental y sureste, particularmente en áreas como Veracruz y la Sierra Norte de Puebla, donde crece de forma silvestre en bosques tropicales. El aceite esencial de pimienta presenta en su mayoría contenido de eugenol, metileugenol, cariofileno, 1-8-cineol, felandreno, humuleno y terpinoleno, además de que ha sido reconocido por sus propiedades antimicrobianas, particularmente contra una variedad de patógenos bacterianos y fúngicos (Gómez Flores et al., 2025). El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar el aceite esencial de pimienta, cuantificar la capacidad antioxidante, fenoles totales y actividad antifúngica con el hongo *Colletotrichum siamense*, que causa la enfermedad en antracnosis en frutos de aguacate 'Hass'.

Materiales y métodos

Los frutos de pimienta se cosecharon en el año 2024 en la localidad de Tilzapota (19°54'0" N 97°9'0" W), municipio de Atzalan, en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Para la extracción por hidrodestilación, los frutos fueron molidos hasta obtener un tamaño uniforme y se pesaron 500 g los cuales se colocaron en un matraz con 1.5 L de agua destilada con un periodo de 3 h. Posterior a eso, el aceite se separó mediante centrifugación. La densidad se determinó de acuerdo con la ISO 279:1998 (ISO, 1998). Para la cromatografía, la muestra (51.5 mg) se disolvió en 2 mL de hexano grado HPLC. Después, la muestra se filtró con un microfiltro PTFE y se inyectó 1 µL a un cromatógrafo de gases en modo split 2:1. La adquisición y procesamiento de datos se realizaron con MassHunter Workstation software (Agilent Technologies, Inc. 2012). Para la capacidad antioxidante se determinó el valor de IC_{50} de acuerdo con el ensayo ABTS a una concentración 7.4 mM y solución de persulfato de potasio a 2.6 mM para formar el radical, como estándar se utilizó acido ascórbico. En cuanto a compuestos fenólicos se preparó el reactivo de Folin-Ciocalteu 1:10 (v/v) y disolución de carbonato de sodio al 20%, se utilizó ácido gálico como estándar; las lecturas se midieron a una absorbancia de 734 y 760 nm, respectivamente. Para la prueba de inhibición se utilizaron cepas de hongo *Colletotrichum siamense* aislado de frutos de aguacate 'Hass'; se determinó la CMI (concentración mínima inhibitoria) mediante el método de dilución en agar; las concentraciones ensayadas correspondieron a 0, 50, 100, 200, 400, 500, 800, 1000, 1200, 1500 y 3000 ppm, las cuales se incubaron a 28 ± 0.5 °C y se observó diariamente el desarrollo fúngico. Las pruebas se hicieron por triplicado y los datos fueron sometidos a análisis de varianza y a pruebas de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$).

Resultados y discusión

La extracción tuvo un rendimiento de 1.19 % el cual se encuentra en el intervalo que reportan algunos autores, que va de 1.02 a 2.94%. En cuanto a la densidad relativa calculada, fue de 0.999, muy cercana a la del agua. Para los principales componentes del aceite difirió al componente mayoritario que reportan la mayoría de los autores, el cual corresponde al eugenol llegando hasta un 80% del total (Mahomoodally et al., 2019). Para la capacidad antioxidante, el IC_{50} fue de 1.98 ± 0.12 µg/mL, que correspondió a mayor capacidad antioxidante al estándar (3.77

µg/mL). En tanto, en compuestos fenólicos se obtuvo un valor de 298.54 mg EAG/ g AE, el cual fue menor a lo reportado por (Sarathambal et al., 2020). Por último, en cuanto a la actividad antifúngica, mostró efectividad en el hongo teniendo una CMI de 500 ppm.

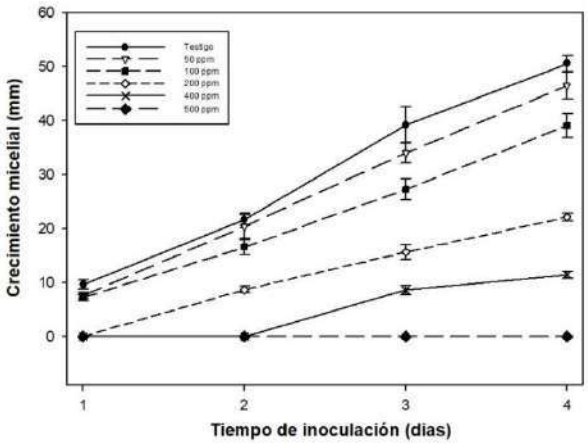


Figura 1. Estudio de inhibición del aceite esencial de pimienta dioica sobre hongo *Colletotrichum siamense*

Conclusiones

El aceite esencial de pimienta gorda presenta buen rendimiento de extracción, capacidad antioxidante y contenido fenólico, además de ser un buen inhibidor del crecimiento fúngico.

Literatura citada

Gómez Flores, D., Castro Díaz, A. S., Aguilar Veloz, L. M., Olguín Rojas, J. A., & González Pérez, M. (2025). Actividad antimicrobiana de aceite de pimienta gorda (Pimienta dioica L. Merril) para el control de bacterias patógenas: evaluación in vitro e in silico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *9*(2), 7795–7807.

ISO. (1998). Essential oils — Determination of relative density at 20 °C — Reference method (ISO 279:1998. International Organization for Standardization.

Mahomoodally, F., Aumeeruddy-Elalfi, Z., Venugopala, K. N., & Hosenally, M. (2019). Antiglycation, comparative antioxidant potential, phenolic content and yield variation of essential oils from 19 exotic and endemic medicinal plants. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *26*(7), 1779–1788.

Sarathambal, C., Rajagopal, S., & Viswanathan, R. (2020). Mechanism of antioxidant and antifungal properties of Pimenta dioica(L.) leaf essential oil on Aspergillus flavus. *Journal of Food Science and Technology*, *58*(7), 2497–2506.

EVALUACIÓN DE LA BIOACCESIBILIDAD DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN CUATRO ESPECIES SILVESTRES COMESTIBLES

Yessica Rivera-Hernández[1]*; Irma Salgado-Escobar[2]; Salvador Valle-Guadarrama[1]; Ernestina Cedillo-Portugal[3]; Diana Guerra-Ramírez[13]

[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. [2]Escuela de Ingeniería y Ciencias-Departamento de Ciencias. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. [3]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo

* iia.riverah.yessica@gmail.com

Introducción

En México, se han registrado aproximadamente 2,168 especies alimenticias diferentes basándose en estudios etnobotánicos de plantas útiles. Asimismo, la región de la Sierra Norte de Puebla juega un papel estratégico en la conservación de la memoria alimentaria, debido a la perpetuidad de los sistemas alimentarios, que sus habitantes desarrollaron en un contexto de alta biodiversidad. Para que estas plantas sean consumidas, muchas de ellas son sometidas a procesos rudimentarios de transformación, tales como la cocción, ya sea mediante ebullición, fritura, al vapor, entre otros (Lugo-Morin, 2022). Pese a que se ha reportado que estas especies son ricas en nutrientes y compuestos nutracéuticos, estos no siempre son aprovechados por los seres humanos (Hoidal et al., 2019). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar los cambios en el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de cuatro especies silvestres comestibles de la Sierra Norte de Puebla, sometidas a ebullición y digestión in vitro.

Materiales y métodos

Hojas frescas de *Ipomoea dumosa* (ID), *Cnidoscolus multilobus* (CM), *Xanthosoma sagittifolium* (XS) y *Smilax lanceolata* (SL) se recolectaron en Santiago Ecatlán, Puebla, México (20° 00' 88´´ N, 97° 33” 84" O, 627 msnm) en septiembre de 2024. Se tomaron 3 g de muestra previamente liofilizada y triturada y se agregaron 100 mL de agua destilada para llevarlas a ebullición durante 15 min, mismas que se identificaron como IDT, CMT, XST y SLT. Las muestras cocidas se liofilizaron nuevamente. Se tomaron 0.2 g de muestras cocidas y crudas (IDR, CMR, XSR y SLR) para obtener extractos metanólicos (Hernández-Rodríguez et al., 2016). Adicionalmente, del extracto cocido se tomaron 3 mL para emplearlos en el ensayo de biodisponibilidad (IDD, CMD, XSD y SLD), siguiendo lo reportado por Ma et al. (2024). Se cuantificaron fenoles totales (TPC), flavonoides totales (FT) y capacidad antioxidante por ABTS y FRAP de acuerdo con lo reportado por Rivera-Hernández et al. (2025) de los extractos crudos, cocidos y digeridos. Adicionalmente, se calculó el % de biodisponibilidad mediante la Ecuación 1.

$$\%\ biodisponibilidad = \frac{contenido\ muestra\ digerida}{contenido\ muestra\ cocida} * 100 \quad (1)$$

Resultados y discusión

Se observó un aumento considerable en el contenido fenólico y capacidad antioxidante en las muestras cocidas respecto a las crudas. La especie con mayor aumento en contenido fenólico fue *I. dumosa* (50%) (Figura 1A), en flavonoides totales fue *X. sagittifolium* (32%) (Figura 1B), mientras que en el caso de capacidad antioxidante fue *S. lanceolata* (40%) en el ensayo ABTS e *I. dumosa* (24%) (Figura 1C) para el ensayo FRAP (Figura 1D).

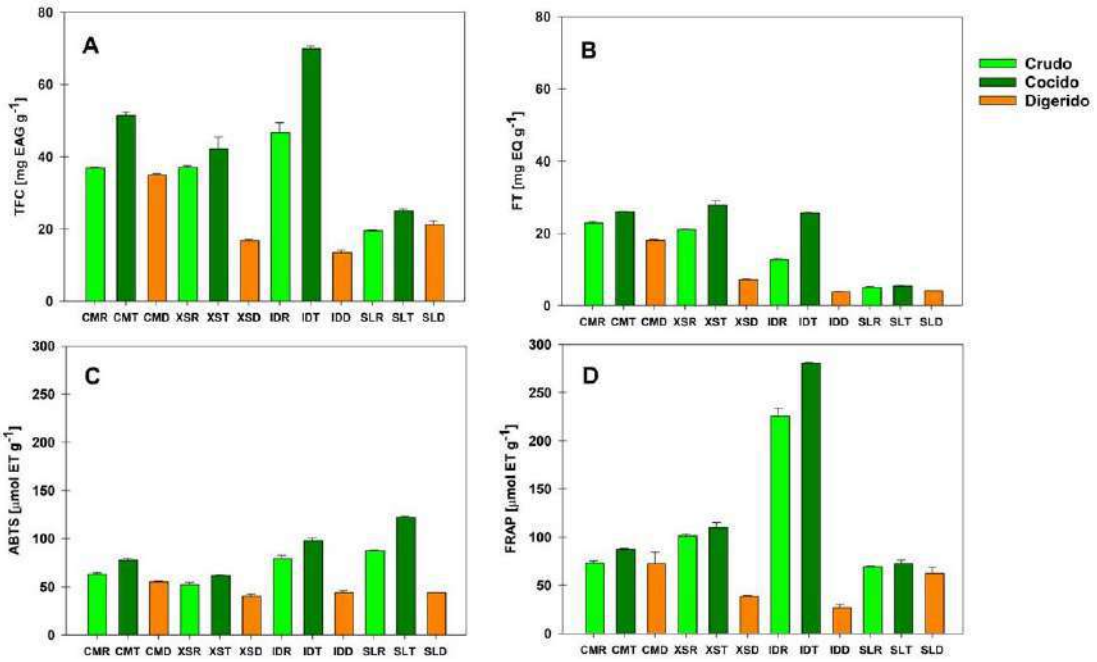


Figura 1. Contenido fenólico y capacidad antioxidante en muestras crudas, cocidas y digeridas

Respecto a la biodisponibilidad, fue *S. lanceolata* la que mostró un mayor porcentaje en compuestos fenólicos (85%), flavonoides (76%) y capacidad antioxidante por el ensayo ABTS, mientras que *C. multilobus* mostró el mayor porcentaje por el ensayo FRAP (Figura 1).

Conclusiones

Las cuatro especies aumentaron su contenido fenólico y capacidad antioxidante al ser sometidas a ebullición. Se obtuvo una mayor biodisponibilidad de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante para *S. lanceolata.*

Literatura citada

Hernández-Rodríguez, G., Espinosa-Solares, T., Hernández-Eugenio, G., Villa-García, M., Reyes-Trejo, B., & Guerra-Ramírez, D. (2016). Influence of Polar Solutions on the Extraction of Phenolic Compounds from Capulín Fruits (Prunus serotina). *Journal of the Mexican Chemical Society,* 60(2), 73-78.

Hoidal, N., Díaz-Gallardo, M., Jacobsen, S., & Alandía, G. (2019). Amaranth as a Dual-Use Crop for Leafy Greens and Seeds: Stable Responses to Leaf Harvest Across Genotypes and Environments. *Frontiers in Plant Science,* 10(817), 1-13.

Lugo-Morin, D. (2022). Looking into the past to build the future: food, memory, and identity in the indigenous societies of Puebla, Mexico. *Journal of Ethnic Foods,* 9(1), 1-16.

Ma, J., Yin, N., Wang, P., Cai, X., Geng, Z., Fan, C., Cui, Y., & Sjödin, A. (2024). Bioaccessibility assessment of arsenic and cadmium in polished and unpolished rice: Comparison of three in vitro methods. *Food Research International,* 177(), 113853.

Rivera-Hernández, Y., Salgado-Escobar, I., Valle-Guadarrama, S., Cedillo-Portugal, E. Guerra-Ramírez, D. (2025). Evaluation of nutritional profile and effect of heat treatment on nutraceutical potential of suyuquelite (Ipomoea dumosa) leaves. *Plant Foods for Human Nutrition*, 80(4), 199.

CAHUICHE (*Vaccinium leucanthum* Schltdl.): EVALUACIÓN NUTRACÉUTICA Y OPTIMIZACIÓN DE EXTRACCIÓN

Lyzbeth Hernández-Ramos[1,2]*; María del Rosario García-Mateos[1]

[1]Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia; [2]Secihti - Universidad Autónoma Chapingo

*dgips.invest12@chapingo.mx

Introducción

Vaccinium leucanthum es un arándano silvestre de bosques templados de México, especialmente en el estado de Hidalgo, donde se conoce como cahuiche y forma parte de la tradición alimentaria en municipios de Huasca de Ocampo y Omitlán de Juárez. Sus frutos, bayas pequeñas (≤7 mm; 0.18 g), se emplean en conservas, helados, mermeladas, licores y platillos típicos, entre ellos (García-Mateos et al., 2024). Aunque las especies silvestres de *Vaccinium* destacan por su alto contenido de antioxidantes y mayor valor nutracéutico frente a las cultivadas, el cahuiche está subutilizado por su limitada comercialización en fresco. Además, existen pocos estudios sobre el efecto de distintos disolventes en la extracción de los componentes antioxidantes en especies de *Vaccinium*. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el potencial nutracéutico de frutos de *V. leucanthum* cosechados en Omitlán de Juárez, Hidalgo; y determinar el disolvente más eficiente para extraer compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas, así como la actividad antioxidante de sus frutos.

Materiales y métodos

Frutos de cahuiche (*V. leucanthum*), libres de enfermedades y sin daños visibles, en estado de madurez de consumo, se recolectaron aleatoriamente en cinco sitios de Ciénega Grande, Omitlán, Hidalgo (20°11' LN, 98°39' LO, 2637 m de altitud). La unidad experimental fue un kilogramo de fruto proveniente de 10 árboles, con cinco repeticiones definidas por el sitio de muestreo. Se determinaron antocianinas (pH diferencial), flavonoides totales (método colorimétrico), fenoles totales (Folin-Ciocalteu) y actividad antioxidante (DPPH, ABTS y FRAP). Los datos se sometieron a un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) y un análisis de correlación de Pearson mediante el programa Statistical Analysis System (SAS, versión 9.2). La eficiencia de extracción de los distintos disolventes se evaluó con datos normalizados (Z-score) y visualizados en un mapa de calor.

Resultados y discusión

El cahuiche, en comparación con otras frutillas, presentó mayores concentraciones de antocianinas y flavonoides (hasta 267.50 mg EC 100 g^{-1} p.f. y 116.06 mg EQ 100 g^{-1}, respectivamente), y valores cercanos de compuestos fenólicos (407.36 mg EAG 100 g^{-1}): *V. corymbosum* (29.72 mg EC 100 g^{-1}, 47.53 mg EQ 100 g^{-1}, 305.38 mg EAG 100 g^{-1} y 73.21 mg EAA 100 g^{-1}) y otras frutillas como fresa (16.03 mg EC 100 g^{-1}, 38.17 mg EQ 100 g^{-1}, 621.92 mg EAG 100 g^{-1} y 90.13 mg EAA 100 g^{-1}), frambuesa (14.69 mg EC 100 g^{-1}, 9.61 mg EQ 100 g^{-1}, 357.83 mg EAG 100 g^{-1} y 92.17 mg EAA 100 g^{-1}) y zarzamora (58.61 mg EC 100 g^{-1}, 87.03 mg EQ 100 g^{-1}, 850.52 mg EAG 100 g^{-1} y 52.41 mg EAA 100 g^{-1}) (De Souza et al., 2014). Además, los resultados demuestran que los frutos silvestres de *V. leucanthum* poseen mayor capacidad antioxidante (hasta 6.39 mM ET 100 g^{-1} por ABTS) que arándano azul (*V. corymbosum*) (588 µM ET 100 g^{-1} p.f.) (De Souza et al., 2014). En cuanto al disolvente de extracción, el uso de metanol / H_2O / HCl (90:10:1) permitió obtener los mejores rendimientos de extracción de antocianinas y

fenólicos solubles totales (Figura 1). En la mayoría de los extractos de cahuiche, la actividad antioxidante fue mayor con el método ABTS. Las diferencias entre métodos se deben a la polaridad de los antioxidantes y al fundamento químico de cada ensayo: ABTS detecta compuestos hidrófilos y lipófilos, por lo que suele reportar mayores valores en frutos, mientras que DPPH es más eficaz en sistemas hidrofóbicos (Floegel et al., 2011). Aunque el mapa de calor (Figura 1) mostró mayor extracción de ciertos compuestos con algunos disolventes, las correlaciones demostraron que la actividad antioxidante dependió del tipo de compuestos extraídos y del mecanismo específico de cada ensayo aplicado, más que de su concentración total. De acuerdo con Floegel et al. (2011), las diferencias en la actividad antioxidante entre métodos se deben a la polaridad de los antioxidantes presentes y al mecanismo químico de cada ensayo. El método ABTS puede evaluar compuestos hidrofílicos y lipofílicos, por lo que suele detectar mayor actividad, mientras que DPPH es más efectivo en sistemas hidrofóbicos.

Disolventes empleados para la extracción	Antocianinas totales	Flavonoides totales	Fenoles solubles totales	Actividad antioxidante por DPPH	Actividad antioxidante por ABTS	Actividad antioxidante por FRAP
Agua	-1.76	-1.23	-1.88	-1.78	-1.46	-1.87
Acetona 80%	0.00	0.69	0.49	0.77	1.09	0.23
Etanol absoluto	-0.30	1.31	-0.14	0.53	0.26	-0.07
Metanol 80%	0.28	0.51	0.41	0.91	1.06	0.38
Metanol / H_2O / HCl (90:10:1)	1.15	-0.32	1.02	-0.05	-0.43	1.12
$C_2HF_3O_2$ al 1%	0.64	-0.96	0.09	-0.38	-0.53	0.20

Intensidad de color = eficiencia relativa (Z-score)

-2 (Menor eficiencia) 0 2 (Mayor eficiencia)

Figura 1. Efecto del solvente sobre la eficiencia relativa de extracción de compuestos fitoquímicos y actividad antioxidante de los frutos de *V. leucanthum* (valores estandarizados Z-score).

Conclusiones

El cahuiche es una especie con alto potencial nutracéutico, dadas sus altas concentraciones de antocianinas y compuestos fenólicos. El mejor disolvente para la extracción de antocianinas y fenólicos solubles totales fue metanol-H_2O-HCl (90:10:1 v/v), a excepción de flavonoides donde la mejor extracción se obtuvo con etanol absoluto.

Literatura citada

De Souza, V. R., Pereira, P. A. P., Da Silva, T. L. T., De Oliveira Lima, L. C., Pio, R., & Queiroz, F. (2014). Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry*, 156, 362–368. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125

Floegel, A., Kim, D.-O., Chung, S.-J., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. Journal of *Food Composition and Analysis*, 24(7), 1043–1048. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.01.008

García-Mateos, M. del R., Hernández-Ramos, L., & Cortés-Jiménez, A. (2024). Nutritional and nutraceutical properties of wild cranberry: cahuiche (*Vaccinium leucanthum* Schltdl.). *Agro Productividad*. 127-136. https://doi.org/10.32854/agrop.v17i8.2821

DETERMINACIÓN DE FENOLES, CLOROFILAS Y FLAVONOIDES EN SUBPRODUCTOS DE ESPÁRRAGO COMO FUENTE DE COMPUESTOS BIOACTIVOS

Adela Guadalupe Rosas-Rosas[1]*; Diana Itzel López-Monterrubio[2]; Consuelo Lobato-Calleros[2]; Adriana Herrero-Galindo[1]

[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria; [2]Área de Química, Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo

*rosasag18@gmail.com

Introducción

El espárrago (*Asparagus officinalis*) presenta alto contenido de fibra, vitaminas, saponinas, flavonoides y fructanos. Estos fitoquímicos le confieren propiedades antioxidantes, antinflamatorias y anticancerígenas, entre otras, lo que lo convierten en un alimento ideal para obtener compuestos bioactivos al consumirlo (Gupta & Chauhan, 2025). Durante la producción de esta hortaliza se generan grandes cantidades de subproductos, ya que la porción comestible, denominada turión, solo representa el 24 % de la planta, mientras que los tallos y las raíces constituyen alrededor del 76 % y se consideran residuos agrícolas (Goñi et al., 2024). Estudios recientes indican que los compuestos bioactivos presentes en el turión también se encuentran en las raíces y otros subproductos del espárrago. Por tal motivo, estas fracciones no comestibles representan un recurso potencial para la industria alimentaria, cuya valorización puede contribuir a reducir los impactos agronómicos, económicos y ambientales asociados a su manejo (Gupta & Chauhan, 2025). El objetivo de este estudio fue evaluar el contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y clorofilas, en la parte basal de los turiones -retirada por los productores durante la cosecha-, así como en turiones que no alcanzan la calidad comercial para su venta (espárrago brochado), provenientes del municipio de Atenco, Estado de México.

Materiales y métodos

Se obtuvieron muestras vegetales de una plantación de espárrago variedad UC 157, ubicada en Atenco, Estado de México. Las muestras se secaron en estufa digital a 40 °C, se molieron con un procesador de alimentos Nutri-Bullet® y se tamizaron a través de malla No. 80 para obtener harina, a partir de la cual se obtuvieron extractos metanólicos para determinar compuestos fenólicos totales mediante el método de Folin-Ciocalteu, utilizando una curva de calibración de ácido gálico (AG) (0.001 a 0.01 mg/mL). Los resultados se expresaron como mg EAG/$g_{bs.}$ Los flavonoides se determinaron por el método de la quercetina, empleando una curva patrón de quercetina (Q) (Sigma-Aldrich) (0.0005 a 0.01 mg/ml); los resultados se reportaron como mg EQ/g_{bs}. La concentración de clorofilas se determinó por el método de Lichtenthaler, los datos se expresaron en mg/ 100g_{bs}. Las lecturas se realizaron en un lector de microplacas con el software Gen5™Data®. Se consideraron dos tratamientos: espárrago brochado (BR) y basal (BA), por triplicado. Los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS® (SAS OnDemand for Academics) versión 3.1.0 (SAS, 2021), bajo un diseño completamente al azar (DCA) y se aplicó una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 % ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

El contenido de compuestos fenólicos y de flavonoides fue estadísticamente superior en BR para ambos compuestos (fenoles totales 5.15 mg EAG/ g_{bs} y flavonoides 3.51 mg EQ/g_{bs}) (Figura 1-A), lo que sugiere una mayor capacidad antioxidante en comparación con BA. En el caso del contenido fenólico, los valores obtenidos fueron superiores a los reportados por Fuentes-Alventosa (2008), que indica contenidos de 2.31 a 4.91 mg EAG/g_{bs} en turiones comerciales. Cabe mencionar que la reducción de la exposición a la luz puede disminuir el contenido de

flavonoides, particularmente de rutina. Esto podría explicar su menor concentración en la parte basal, ya que es la región menos expuesta a la radiación solar (Motoki, 2012). El contenido de clorofilas se asocia al potencial fotosintético, ya que estos pigmentos son esenciales en la fotosíntesis y se les relaciona con propiedades antioxidantes y posibles beneficios para la salud humana (Ferruzzi & Blakeslee, 2007). En el presente estudio, el contenido de clorofila a, b y total, es estadísticamente superior en BR (Figura 1-B), con un valor de 59.68 mg/ 100 g_{bs}.

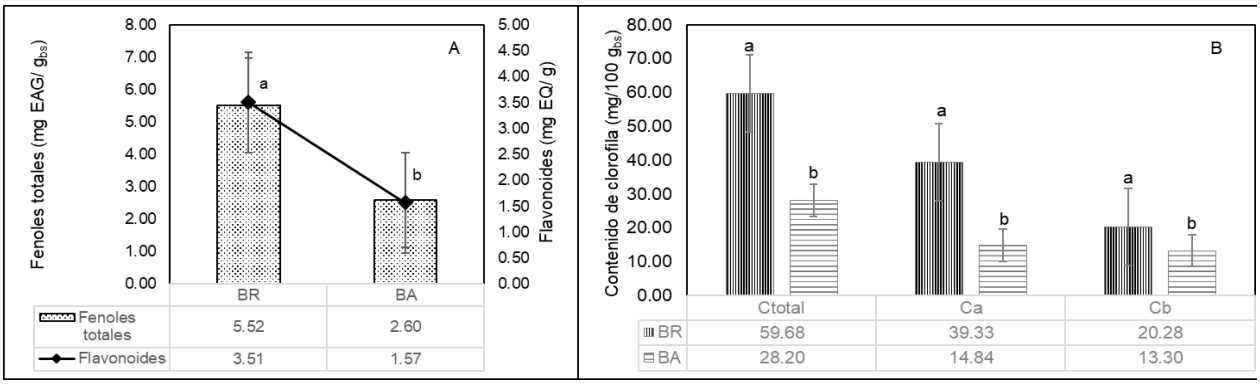


Figura 1. Contenido fenólico y de flavonoides (A), contenido de clorofilas (B) en subproductos de espárrago

Letras diferentes en diferente columna, significa que existen diferencias mínimas significativas ($p \leq 0.05$). Se muestran las barras de error. BR= espárrago brochado, BA= fracción basal. Resultados reportados en base seca. Los resultados obtenidos son el promedio de 3 repeticiones.

Conclusiones

El contenido de fenoles totales, flavonoides y clorofilas, fue estadísticamente superior en el subproducto "espárrago brochado" en comparación con la fracción basal. Estos resultados posicionan a este subproducto como una fuente prometedora y sustentable de compuestos bioactivos para el desarrollo de ingredientes funcionales.

Literatura citada

Ferruzzi, M. G., & Blakeslee, J. (2007). Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. *Nutrition Research*, 27, 1–12. http://dx.doi.org/10.1016/j.nutres.2006.12.003

Fuentes-Alventosa, J.M., Jaramillo, S., Rodríguez-Gutiérrez, G., Cermeño, P., Espejo, J.A., & Jiménez-Araujo, A., (2008). Flavonoid profile of green asparagus genotypes. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 56, 6977–6984. https://doi.org/10.1021/jf8009766

Goñi, I., García-Alonso, A., Alba, C., Rodríguez, J. M., Sánchez-Mata, M. C., Guillén-Bejarano, R., & Redondo-Cuenca, A. (2024). Composition and functional properties of the edible spear and by-products from *Asparagus officinalis* L. and their potential prebiotic effect. *Foods*, *13*(8), 1154. https://doi.org/10.3390/foods13081154

Gupta, C., Chauhan, S. (2025). Bioactive phytochemicals from asparagus (*Asparagus officinalis* L.) by-products. In: Ramadan, M.F. (eds) Bioactive Phytochemicals in By-products from Leaf, Stem, Root and Tuber Vegetables. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80700-8_6

Motoki, S., Kitazawa, J., Maeda, T., Suzuki, T., Chiji, H., Nishihara, E., & Shinohara, Y. (2012). Effects of various asparagus production methods on rutin and protodioscin contents in spears and cladophylls. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 76,1047–1050, https://doi.org/10.1271/bbb.120143

COACERVACIÓN COMPLEJA ALMIDÓN-PROTEÍNA: PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ESTRUCTURALES

Diana Itzel López-Monterrubio[1]; Landy Hernández-Rodríguez[1]; Blanca Elizabeth Hernández-Rodríguez[1]; Adriana Herrero-Galindo[2]; Norma Edith Jimarez-Enzana[3]

[1]Departamento de Preparatoria Agrícola. [2]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. [3]Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo

* ilopezmonterrubio@gmail.com

Introducción

En la búsqueda de nuevas fuentes de biopolímeros para la industria alimentaria, los pseudocereales mexicanos como el huauzontle (*Chenopodium berlandieri*) representan una alternativa prometedora y subutilizada. Sus semillas poseen un alto contenido proteico (aproximadamente 18%) y son una fuente no convencional de almidón, lo que permite obtener ingredientes con potencial para desarrollar sistemas funcionales mediante la interacción entre ambos biopolímeros (López-Monterrubio et al., 2020). Sin embargo, la aplicabilidad de las proteínas de vegetales se ve limitada por su baja solubilidad en agua, por lo que se requieren estrategias de modificación que mejoren sus propiedades funcionales sin recurrir a métodos químicos agresivos. En este contexto, técnicas físicas como el ultrasonido y la homogeneización a alta presión emergen como alternativas viables para inducir cambios conformacionales que incrementen la reactividad superficial de la proteína (Herrero-Galindo et al., 2025). Paralelamente, la modificación del almidón con anhídrido octenil succínico le confiere una carga negativa que, al combinarse con la proteína en condiciones ácidas, favorece la formación de complejos insolubles mediante interacciones electrostáticas. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del método de modificación física de la proteína de huauzontle en la formación de complejos insolubles con almidón modificado, así como caracterizar sus propiedades fisicoquímicas y estructurales.

Materiales y métodos

Las semillas de huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.) se obtuvieron de un productor local de la comunidad de Tepoztlán (18°59´70´´N, 99°5´59´´ O, 1706 msnm), Estado de Morelos, México. Se utilizó proteína de huauzontle nativa (PN), modificada por homogeneización a alta presión (PHPH) (6 ciclos a 15,000 PSI) en un microfluidizador (Microfluidics, model M-110P, Newton, MA, USA), y modificada con ultrasonido (PUS) (70 % de amplitud durante 20 min a 20kHz) con un equipo Ultrasonic (Model VCX 750 W, Sonics and Materials, Inc.). El almidón se modificó con OSA y se gelatinizó para obtener AOSAG. Los complejos insolubles se formaron a pH 3.5 en relaciones proteína-almidón 1:6, 1:3, 1:1 y 1:0.25. Se evaluaron la absorbancia, rendimiento, tamaño de partícula y la estructura secundaria por FTIR. Todos los experimentos se realizaron por triplicado. Se uso un diseño completamente al azar y cuando fue pertinente se sometieron a una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS® (SAS OnDemand for Academics) versión 3.1.0.

Resultados y discusión

Los valores de potencial ζ obtenidos para los complejos insolubles formados entre los tres tratamientos de proteínas y el AOSAG mostraron un comportamiento dependiente tanto del tipo de tratamiento aplicado a la proteína como de la relación proteína:almidón. A medida que se incrementó la proporción AOSAG en el sistema (relaciones proteína:almidón de 1:0.25 a 1:6), se observó una disminución progresiva en el potencial ζ. Esta variación pudo atribuirse a la incorporación de grupos carboxilo mediante la modificación con OSA, que se asocian electrostáticamente con los grupos amino de la proteína, disminuyendo así la carga neta

superficial del complejo. Asimismo, el rendimiento de los complejos insolubles fue superior para PHPH y PUS, especialmente en una proporción proteína-almidón de 1:1, donde se alcanzó el máximo rendimiento. Esto confirma la formación de redes más densas. Los complejos con proteínas modificadas formaron agregados ligeramente más pequeños, uniformes y estables que los de PN, aunque la relación 1:1 generó las partículas de mayor tamaño en todos los casos. El análisis de la banda Amida I reveló que todos los complejos mantuvieron un predominio de hélice α, con variaciones leves entre tratamientos. Los complejos con proteínas modificadas mostraron un ligero incremento en lámina β, asociado a un mayor ordenamiento proteico tras el despliegue parcial inducido por los tratamientos. En la región 1200–900 cm^{-1}, el almidón mostró mayor organización en PHPH y PUS (relación 1047/1022 más alta), indicando estructuras externas del almidón más ordenadas tras la interacción con proteínas modificadas.

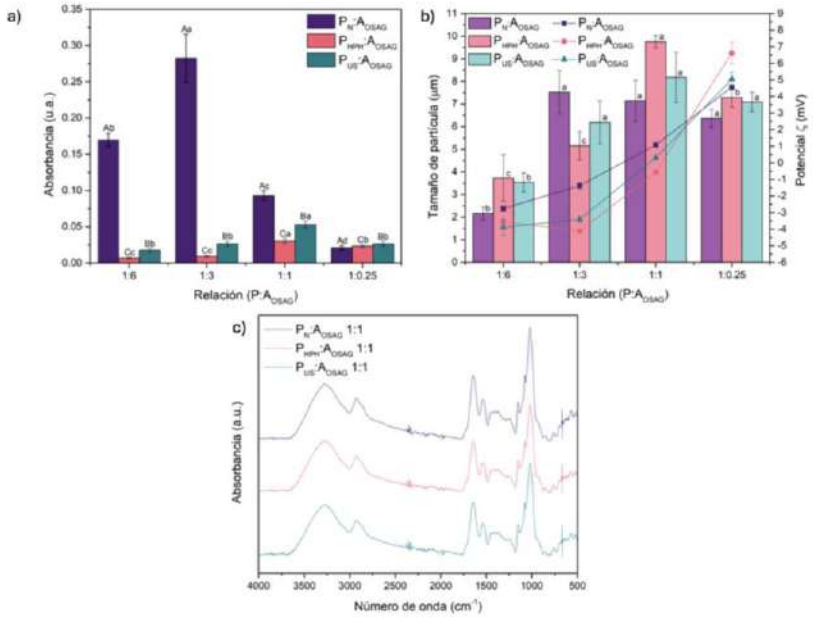


Figura 1. a) Absorbancia, b) Tamaño de partícula y potencial ζ y c) FTIR de complejos insolubles

Conclusiones

Los tratamientos físicos HPH y US optimizaron la formación de complejos proteína-almidón, logrando una interacción más eficiente y estable que PN. Esto se demostró por una menor absorbancia, un mayor rendimiento, especialmente en la proporción óptima 1:1, y la generación de partículas más pequeñas y uniformes. El análisis FTIR corroboró que estos tratamientos indujeron un mayor orden estructural en ambos biopolímeros, confirmando que las modificaciones promueven una interacción más organizada y favorable.

Literatura citada

López-Monterrubio, D. I., Lobato-Calleros, C., Alvarez-Ramirez, J., & Vernon-Carter, E. J. (2020). Huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.) protein: Composition, structure, physicochemical and functional properties. *Food Hydrocolloids*, 108, 106043.

Herrero-Galindo, A., López-Monterrubio, D. I., Lobato-Calleros, C., & Vernon-Carter, E. J. (2025). Modifying huauzontle protein by heat, ultrasonication and pH shifting: Evaluation of structural/physicochemical/digestibility properties, and effect on emulsion and foam stability. *Applied Food Research*, 5(1), 100667.

ANÁLISIS PROTEICO-MICROBIOLÓGICO DE HARINA DE GRILLO *(Acheta domesticus)* COMO ALTERNATIVA DE HARINA DE TRIGO

Nereida Ronquillo-Bernabe[1*]; Elena Cruz-Preza[1]; Alfredo Nava-Zamora[1]; Heber Hernández-Castro[1]; Lorena Martínez-Carrillo[1]

[1]Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre, Ingeniería en Industrias Alimentarias.

* 20010048@martineztorre.tecnm.mx

Introducción

El trigo constituye uno de los cereales de mayor importancia en la industria alimentaria a nivel mundial debido a sus propiedades asociadas a la formación de gluten, el cual proporciona elasticidad, cohesión y estructura a los productos panificados. Estas características han consolidado su uso en una amplia variedad de procesos productivos. Sin embargo, desde el punto de vista nutricional, su contenido proteico oscila entre 9% y 14%, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo, y presenta deficiencia en aminoácidos esenciales como la lisina, lo que limita su calidad biológica y reduce su valor nutricional como fuente principal de proteína (Day et al., 2022). Ante la creciente demanda de alimentos con mayor densidad proteica y mejor biodisponibilidad, surge la necesidad de evaluar fuentes alternativas que no solo complementen las deficiencias aminoacídicas del trigo, sino que también ofrezcan ventajas en términos de sostenibilidad productiva. En este escenario, los insectos comestibles han sido reconocidos por organismos internacionales y la comunidad científica como una fuente viable y eficiente de proteína. Particularmente, *Acheta domesticus* destaca por su elevado contenido proteico, que oscila entre 60 y 70% en base seca, superando significativamente el aporte de cereales tradicionales, además de presentar un perfil balanceado de aminoácidos esenciales que favorece su calidad nutricional (Morillo y Villegas, 2024), adicionalmente, la proteína derivada de insectos muestra adecuada digestibilidad y biodisponibilidad. En este contexto, el objetivo fue evaluar la composición química y la calidad proteica de la harina de *Acheta domesticus* como alternativa nutricional frente a la harina de trigo utilizada en procesos productivos.

Materiales y métodos

Se utilizaron ejemplares adultos de *Acheta domesticus* seleccionados por tamaño uniforme (2.5 cm). Para la obtención de harina se emplearon 3 kg de grillos frescos para producir 1 kg de harina deshidratada. Posteriormente, se deshidrató en un horno de la marca Novatech a 90 °C durante 5 h y se sometió a molienda hasta obtener una textura, utilizando tapices de 0.5 mm (500 µm). Se determinó proteína en base seca mediante método Kjeldahl. Así mismo, se evaluó digestibilidad proteica in vitro como indicador de calidad biológica (Schaafsma, 2005) y se realizaron análisis microbiológicos (coliformes totales, mohos, levaduras, *Salmonella spp*, *Escherichia coli*, *Sthaphylococcus aureus)* conforme a normativa sanitaria vigente.

Resultados y discusión

La harina de *Acheta domesticus* presentó 65% de proteínas por cada 100 g mientras que por investigaciones la harina de trigo llega a tener un 20.6% de proteína por cada 100 g de harina, confirmando su mayor densidad nutricional. El perfil de aminoácidos mostró presencia significativa de leucina 2,569.11 mg/100g, valina 894.59 mg/100g y lisina 1,575.79 mg/100g, superando la limitación característica del trigo, 710 mg/100g en leucina, 426 mg/100g en valina y 228 mg/100g en lisina (Day et al., 2022). La digestibilidad proteica alcanzó valores cercanos al 85%, consistente con estudios recientes que señalan alta biodisponibilidad de proteína de insectos (Davalos-Vásquez et al., 2024). Desde el punto de vista microbiológico, los resultados

se encontraron dentro de límites permisibles. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que posicionan a los insectos como fuente sostenible y eficiente de proteína (Ojha et al., 2021).

Conclusión

La harina de *Acheta domesticus* presentó contenido proteico significativamente superior al de la harina de trigo, con perfil aminoacídico balanceado y adecuada digestibilidad. Los parámetros microbiológicos cumplieron con normativa vigente. Los resultados demuestran que constituye una alternativa proteica viable desde el punto de vista químico y nutricional frente a fuentes tradicionales. La harina de grillo se puede considerar una alternativa nutritiva a la harina de trigo al presentar un mayor contenido de proteína rica en aminoácidos esenciales y con alta digestibilidad.

Literatura citada

Davalos-Vásquez, A., Moreno-Vilet, L., Sánchez-Velazquez, O. A., Castillo-Herrera, G., Urias-Silva, J. E., Mojica, L. (2024). Propiedades tecnofuncionales y digestibilidad proteica de harina de grillo (*Acheta domesticus*) entera y desgrasada por fluidos supercríticos. *Enfoques transdisciplinarios: ciencia y sociedad*, 2(2), 15-27. doi.org/10.5281/zenodo.12761387

Day, L., Cakebread, J. A., Loveday, S. M. (2022). Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 428–442. doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.020

Morillo-Cruz, C. G. y Villegas-Suclupe, P. R. (2024). Potencial proteico de harina de grillo (*Acheta domesticus*) como una alternativa sostenible para el consumo humano. *Revista Científica Pakamuros*, 12(1), 16-26. doi.org/10.37787/jh8b0c66

Ojha, S., Bekhit, A. E. D., Grune, T., & Schlüter, O. K. (2021). Bioavailability of nutrients from edible insects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20, 5473–5508. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799321001156

Schaafsma, G. (2005). The protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS): A concept for describing protein quality in foods and food ingredients: *A critical review. Journal of AOAC International,* 88(3), 988–994. doi.org/10.1093/jaoac/88.3.988

EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE EL POTENCIAL NUTRACÉUTICO DE HOJAS DE SUYUQUELITE (*Ipomoea dumosa*)

Yessica Rivera-Hernández[1]*; Irma Salgado-Escobar[2]; Salvador Valle-Guadarrama[1]; Ernestina Cedillo-Portugal[3]; Diana Guerra-Ramírez[1,3]

[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. [2]Escuela de Ingeniería y Ciencias-Departamento de Ciencias. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. [3]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo

* iia.riverah.yessica@gmail.com

Introducción

I. dumosa es una planta trepadora perenne cuyas hojas en forma de corazón son distintivas del género Ipomoea. Las hojas de *I. dumosa* se han utilizado durante generaciones para estimular la producción de leche en mujeres lactantes, ya sea en infusión o en agua, y para preparar guisos como el “xonequi”. Solo se han descrito características etnobotánicas (Díaz-Toribio et al., 2023) y actividad antiviral (Díaz-Nuñez et al., 2021) para *I. dumosa*. No obstante, es una planta comestible importante en las regiones donde crece. Las hojas constituyen la parte comestible de la planta, que normalmente se preparan para su consumo hirviéndolas en agua. Sin embargo, aún no se han caracterizado completamente los efectos de tales preparaciones sobre las propiedades de la planta. En este contexto, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto del tratamiento térmico sobre las hojas de *I. dumosa* recolectadas en la primavera y el otoño de dos años consecutivos para evaluar la estabilidad de su capacidad antioxidante.

Materiales y métodos

Hojas frescas de *I. dumosa* se recolectaron en Santiago Ecatlán, Puebla, México (20° 00' 88´´ N, 97° 33” 84" O, 627 msnm). La recolección se llevó a cabo en primavera y otoño de los ciclos 2023 (1) y 2024 (2). Se maceraron consecutivamente muestras de 20 g de hojas previamente liofilizadas, trituradas y tamizadas durante 3 días con 200 mL de disolventes de diferentes polaridades (hexano, cloruro de metileno y metanol), que se eliminaron mediante evaporación al vacío (Büchi Meierseggstrasse, Flawil, Suiza). 0.5 g de extracto metanólico se llevaron a un volumen final de 25 mL con metanol. Se mezclaron alícuotas de 1 ml con 9 mL de agua destilada y se sometieron a 15, 30, 45 y 60 minutos a 90 °C, con agitación constante a 900 rpm en un ThermoMixer® C (Eppendorf, Alemania). Se cuantificaron fenoles totales (TPC), flavonoides totales (FT) y capacidad antioxidante por $ABTS^{\cdot+}$ y FRAP de acuerdo con lo reportado por Rivera-Hernández et al. (2025). El contenido fenólico, el contenido flavonoides y la capacidad antioxidante se evaluaron mediante análisis de varianza en un diseño de parcelas divididas dispuestas en bloques completamente al azar y su posterior comparación de medias por Tukey ($p < 0.05$).

Resultados y discusión

Las variaciones en las propiedades nutracéuticas de *I. dumosa* se atribuyeron predominantemente a la interacción entre el año en que se recogieron las muestras y el tratamiento térmico. Se observó un aumento del contenido fenólico total de aproximadamente un 6 % (**Fig. 1A**) y un aumento de la capacidad antioxidante del 8 % en el ensayo FRAP para el año 2 (**Fig. 1C**) en comparación con el año 1. Por el contrario, el contenido de flavonoides se mantuvo estable (**Fig. 1B**), mientras que la capacidad antioxidante determinada por el ensayo $ABTS^{\cdot+}$ se mantuvo constante entre años, pero con una clara diferencia entre el extracto crudo del año 1 y el extracto tratado durante 15 minutos del año 2 (**Fig. 1D**). Respecto al tratamiento térmico, los

resultados de *I. dumosa* son comparables con los reportados por Santiago-Saenz et al. (2018) para otras especies consideradas quelites que no fueron sometidas a ningún tratamiento; en cuanto a fenoles totales, para *I. dumosa* se obtuvo un mayor contenido (43 mg EAG g^{-1}) que lo reportado para verdolaga (10 mg EAG g^{-1}), quelite cenizo (10 mg EAG g^{-1}) y quintoniles (7 mg EAG g^{-1}); mientras que la actividad antioxidante de *I. dumosa* determinada por FRAP (194 µmol ET g^{-1}) fue mayor que lo reportado para verdolagas (71 µmol ET g^{-1}) y similares entre sí para $ABTS^{\cdot+}$ (69 µmol ET g^{-1} para *I. dumosa*, 75 µmol ET g^{-1} para verdolagas).

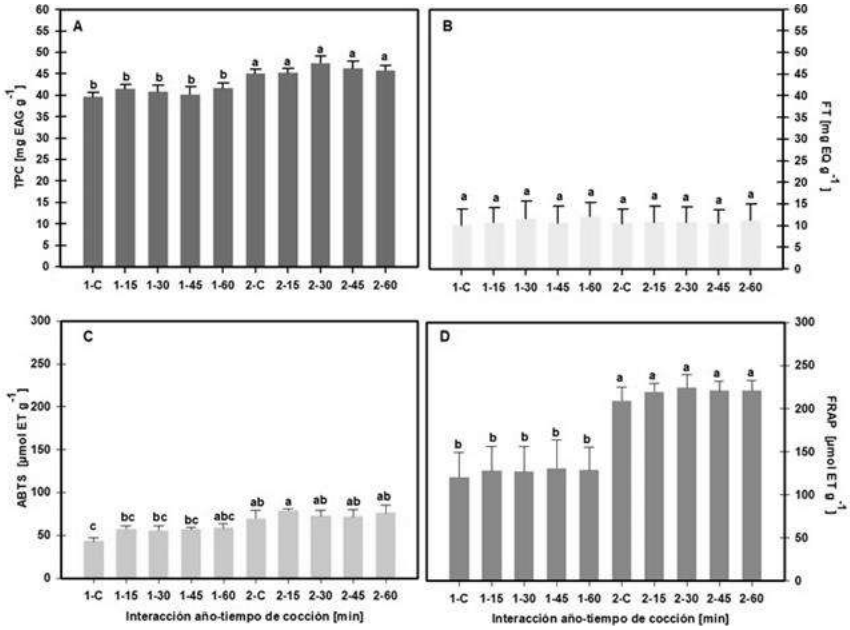


Figura 1. Efecto de la interacción año-tiempo de cocción en las propiedades nutracéuticas de *I. dumosa*

Conclusiones

El potencial nutracéutico de *I. dumosa* no se vio afectado por el tratamiento térmico. Sin embargo, sí se vio afectado por la temporada de cosecha, ya que se observaron diferencias en el contenido fenólico y la capacidad antioxidante entre los años de cosecha.

Literatura citada

Díaz-Núñez, J., Pérez-López, M., Espinosa, N., Campos-Hernández, N., García-Contreras, R., Díaz-Guerrero, M., . . . Martínez-Vázquez, M. (2021). Anti-Virulence Properties of Plant Species: Correlation between In Vitro Activity and Efficacy in a Murine Model of Bacterial Infection. *Microorganisms*, 2424.

Díaz-Toribio, M. H., de-Nova, J. A., & Piedra-Malagón, M. E. (2023). Díaz-Toribio, M. Wild and cultivated comestible plant species in the Gulf of Mexico: phylogenetic patterns and convergence of type of use. *AoB PLANTS*, 15.

Rivera-Hernández, Y., Salgado-Escobar, I., Valle-Guadarrama, S., Cedillo-Portugal, E., & Guerra-Ramírez, D. (2025). Evaluation of nutritional profile and effect of heat treatment on nutraceutical potential of suyuquelite (Ipomoea dumosa) leaves. *Plant Foods for Human Nutrition*, 199.

Santiago-Saenz, Y., Hernández-Fuentes, O., & Monroy-Torres., A. D. (2018). Physicochemical, nutritional and antioxidant characterization of three vegetables (Amaranthus hybridus L., Chenopodium berlandieri L., Portulaca oleracea L.) as potential sources of phytochemicals and bioactive compounds. *J Food Meas Charact*, 2855–286.

INFLUENCIA DEL TIPO DE MODIFICACIÓN SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA PROTEÍNA DE HUAUZONTLE

Adriana Herrero-Galindo[1]*; Diana Itzel Lopéz-Monterrubio[2]; Consuelo Lobato-Calleros[1,2]

[1]Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, [2]Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

* adris10ap00@gmail.com

Introducción

El huauzontle es un pseudocereal originario de México que se caracteriza por su contenido de proteína, fibra, vitaminas y minerales, así como por su alto contenido de aminoácidos esenciales (López-Monterrubio et al., 2020). Las proteínas son ampliamente utilizadas en la industria alimentaria debido a su alto potencial como estabilizantes, sin embargo, las proteínas vegetales presentan dificultades para su incorporación en alimentos debido a sus limitadas propiedades tecno-funcionales. En este sentido, se han empleado diversos métodos para modificar su estructura y en consecuencia sus propiedades tecno-funcionales y nutricionales, dentro de los cuales destacan los métodos físicos por sus bajos costos y menor impacto ambiental. Destacando la modificación con altas presiones, tratamientos térmicos, ultrasonido y actualmente ciclos de congelación-descongelación (Rivera et al., 2025). La homogenización de proteína de harina guar a altas presiones redujo su tamaño de partícula y mejoró su estabilidad en solución (Jojo et al. 2025), por otro lado, el proceso de congelación-descongelación es un método novedoso, sencillo y práctico, lo que podría mejorar las funcionalidades de la proteína por el reordenamiento conformacional durante los ciclos de congelación-descongelación aplicados. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de dos métodos de modificación en la propiedades fisicoquímicas y tecno-funcionales de proteína de huauzontle.

Materiales y métodos

Las semillas de huauzontle fueron adquiridas de la empresa Hydro Environment h-e.mx ubicada en Tlalnepantla, Estado de México, sin ningún tratamiento previo. El para obtener el aislado proteico se usó el método por extracción alcalina, se procedió a la modificación con un microfluidizador (M-110P benchtop processor, Microfluidics, USA) de alta presión (3 ciclos a 120 MPa) y un ciclo de congelación-descongelación (48 h/-20 °C). Para medir el tamaño de partícula y potencial zeta (Zetasizer Nano ZS90, Instrumentos Malvern Ltd., Malvern, Worcestershire, Reino Unido) se dispersó la proteína a una concentración de 0.05 % y se ajustó el pH a 7. La solubilidad de la proteína se evaluó siguiendo el método de Li et al. (2024). Las propiedades emulsionantes de la proteína se evaluaron siguiendo el método de Rivera et al. (2024). Todos los análisis fueron realizados por triplicado. Los datos se sometieron a un análisis de varianza de clasificación simple y, en los casos pertinentes, al análisis de comparación de medias de Tukey. La significancia se estableció en $p \leq 0.05$.

Resultados y discusiones

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos, se encontró se redujo el tamaño de partícula con los tratamientos aplicados, lo que mejora la dispersabilidad y solubilidad de los aislados proteicos lo que puede conducir a una distribución más homogénea en soluciones y mejorar las propiedades tecno-funcionales (Kelany et al., 2024). El análisis del potencial ζ de la proteína modificada disminuyó la carga negativa con respecto a la proteína nativa, lo cual es indicativo de dispersiones menos estables para su aplicación en la industria alimentaria, principalmente bebidas. En cuanto a la solubilidad se puede observar que la proteína modificada con congelación mejoró con respecto a la nativa, este resultado indica cambios estructurales en la proteína. Por otro lado, se encontró que la actividad emulsionante mejoró con los ciclos de

congelación aplicados, mientras que en la estabilidad no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$).

Cuadro 1. Propiedades fisicoquímicas y tecno-funcionales de proteína de huauzontle nativa y modificada con alta presión y ciclos de congelación-descongelación

	Tamaño de partícula (nm)	Potencial zeta (mV)	Solubilidad (%)	IAE (m^2/g)	IEE (min)
Nativa	474.07 ± 7.98^a	-21 ± 0.98^a	49.85 ± 1.13^b	11.16 ± 0.34^b	94.18 ± 0.01^a
Microfluidización	271.70 ± 3.75^b	-19.13 ± 0.29^b	49.55 ± 0.52^b	13.32 ± 0.62^b	94.07 ± 2.32^a
Congelación	97.50 ± 2.19^c	-13.73 ± 0.06^c	54.20 ± 0.39^a	14.44 ± 0.12^a	98.02 ± 0.02^a

IAE: índice de actividad emulsionante, IEE: Índice de estabilidad de la emulsión. Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos.

Conclusiones

Este estudio demostró que con altas presiones y con ciclos de congelación-descongelación hubo cambios significativos principalmente en el tamaño de partícula y potencial ζ, así como la solubilidad y actividad emulsionante con la congelación.

Literatura citada

Jojo, H., Loushigam, G. L., Bajaj, M., Badgujar, P. C., Sari, T. P., Jaiswal, R., & Pareek, S. (2025). Structural and functional enhancement of guar meal protein concentrate using high-pressure microfluidization. *ACS Food Science & Technology*, *5*(4), 1578-1590.

Kelany, M. A., Rashwan, A. K., Kabil, D. I., Abdelshafy, A. M., Osman, A. I., El-Seedi, H. R., & Yemis, O. (2024). Effect of high-pressure homogenization optimized by response surface methodology on the techno-functional properties of protein concentrate isolated from date seed. *Industrial Crops and Products*, *222*, 119481.

Li, B., Xie, Y., & Guo, Q. (2024). Thermal acid hydrolysis modulates the solubility of quinoa protein: The formation of different types of protein aggregates. *Food Hydrocolloids*, *151*, 109825.

López-Monterrubio, D. I., Lobato-Calleros, C., Alvarez-Ramirez, J., & Vernon-Carter, E. J. (2020). Huauzontle (Chenopodium nuttalliae Saff.) protein: Composition, structure, physicochemical and functional properties. *Food Hydrocolloids*, *108*, 106043.

Rivera, Á. E. R., Ulloa, J. A., Jiménez, N. T. F., & Urías-Silvas, J. E. (2025). Effect of high-intensity ultrasound on the physicochemical, nutritional, rheological, microstructural, and techno-functional properties of a groundnut (Arachis hypogaea L.) paste protein isolate. *Sustainable Food Technology*, *3*(5), 1376-1390.

Capítulo 7. Cultivos Básicos e Industriales

DIVERSIDAD FITOGENÉTICA DE MAÍCES TUXPEÑOS EN SAN FERNANDO, SOTEAPAN, VERACRUZ

Keila Abigail Zavala-Alvarado[1*]; Evelyn Hernández-Vidal[1]; Carlos H. Ávila-Bello[1]; Ángel H. Hernández-Romero[1]; Pablo A. Rodríguez-Salinas[2]; Fernando de J. Carballo-Méndez[3]
[1] Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria (FISPA), Universidad Veracruzana. [2]Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.
[3]Departamento Académico de Agronomía, Universidad Autónoma de Baja California Sur.
* kezavala@uv.mx

Introducción

El maíz en México constituye uno de los pilares de la seguridad alimentaria, económica y cultural del país, al ocupar el segundo lugar en volumen de producción agrícola y formar parte esencial de la gastronomía tradicional mexicana. México es centro de origen y diversificación del maíz (*Zea mays* L.), con 64 razas registradas, de las cuales 59 son nativas (CONABIO, 2025). En este contexto en la sierra de Santa Marta, Veracruz, comunidades popolucas y nahuas conservan la raza Tuxpeño, germoplasma estratégico muy bien adaptado a climas tropicales y de alto rendimiento. En la localidad de San Fernando esta raza presenta una notable variabilidad fenotípica y cromática, incluyendo genotipos con granos pigmentados (Campos et., al 2024), asociados con compuestos fenólicos y actividad antioxidante. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad antioxidante de nueve genotipos de maíz Tuxpeño de San Fernando, Veracruz, para generar información sobre su función nutraceútica y su contribución al autoabastecimiento de comunidades.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la localidad de San Fernando, municipio de Soteapan, Veracruz, ubicada a 785 m s.n.m., con clima Afm y suelos de textura arcillosa. Se describieron las características de 20 genotipos de maíz Tuxpeño mediante el registro de variables fenotípicas de mazorca. Posteriormente se estimó la capacidad antioxidante de nueve genotipos (Figura 1) mediante los métodos DPPH y FRAP según Rodríguez-Salinas et al. (2020). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey, utilizando el software RStudio.

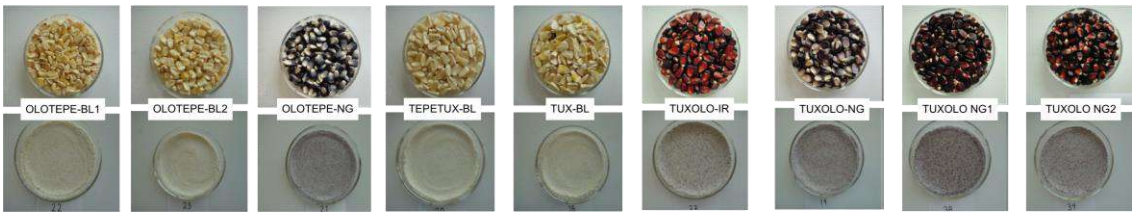


Figura 1. Fenotipos de grano y nomenclatura de genotipos de maíz Tuxpeño (OLO = Olotillo; TEPE = Tepecintle; TUX=Tuxpeño; BL=Blanco; NG = Negro; IR = introgresión roja).

Resultados y discusión

Los resultados indican una marcada variabilidad fenotípica en los maíces Tuxpeños de San Fernando (Cuadro 1), particularmente en longitud y diámetro de mazorca, número de hileras y número de granos por hilera, así como en la forma y coloración del grano, predominando tonalidades blancas, amarillas y rojas. Esta diversidad refleja procesos de selección tradicional asociados con el manejo campesino y a la adaptación local.

En las variables nutracéuticas, se encontraron diferencias significativas entre genotipos en fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante, destacando los maíces pigmentados, rojos

y negros, por presentar los valores más altos (Figura 2). Estos resultados superan reportes previos y confirman la asociación entre pigmentación y actividad antioxidante, como lo indican Rodríguez-Salinas et al. (2020) y Feregrino-Pérez et al. (2024), evidenciando el alto potencial nutracéutico de los maíces Tuxpeños de la Sierra de Santa Marta.

Cuadro 1. Características fenotípicas de 20 mazorcas de raza Tuxpeño de la localidad de San Fernando, Veracruz.

Variables	Longitud	Diámetro	# de hileras	# granos por hilera
Unidad	cm	cm	—	—
Media	18.23	4.78	11.9	39.4
Desviación estándar	2.72	0.33	1.5	5.8

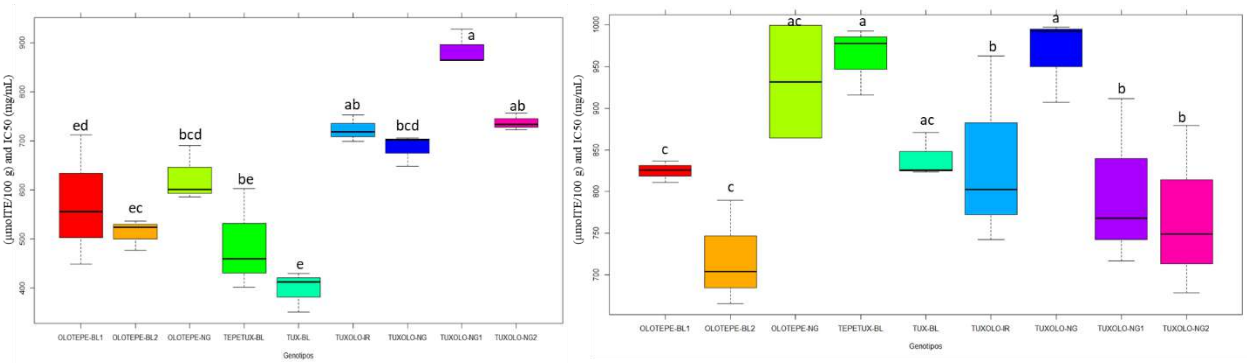


Figura 2. Capacidad antioxidante (DPPH) en fracciones libres y ligadas (respectivamente) de genotipos de maíz Tuxpeño de San Fernando, Soteapan, Veracruz. Letras distintas indican diferencias significativas entre genotipos (Tukey, $p < 0.05$).

Conclusiones

Los maíces Tuxpeños de San Fernando, Soteapan, presentan una alta diversidad fenotípica y nutracéutica, estrechamente relacionada con su manejo tradicional y el contexto agroecológico en el que se cultivan. La asociación entre pigmentación del grano, mayor contenido de compuestos fenólicos y elevada capacidad antioxidante confirma la hipótesis planteada y respaldan su importancia como recursos fitogenéticos relevantes dentro de la diversidad del maíz nativo en México.

Literatura citada

Ávila-Bello, C. H., Morales-Zamora, J. A., & Ortega-Paczka, R. (2016). Los maíces nativos de la sierra de Santa Marta: Guía para su identificación en campo (1a edición). Universidad Veracruzana. https://doi.org/10.25009/uv.1521.321

Campos, E., Ávila, C., Hernández, E., Lara, D., Vázquez, D., & Mota, C. (2024). Los maíces nativos como patrimonio biocultural de comunidades de la Sierra de Santa Marta, Veracruz. *Ciencias*, 143, 26–31.

CONABIO. (2025). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Feregrino-Pérez, A. A., Mercado-Luna, A., Murillo-Cárdenas, C. A., González-Santos, R., Chávez-Servín, J. L., Vargas-Madriz, A. F., & Luna-Sánchez, E. (2024). Polyphenolic compounds and antioxidant capacity in native maize of the Sierra Gorda of Querétaro. *Agronomy*, 14, 142. https://doi.org/10.3390/agronomy14010142

Rodríguez-Salinas, P.A., Zavala-García, F., Urías-Orona, V. et al. (2020). Chromatic, Nutritional and Nutraceutical Properties of Pigmented Native Maize (Zea mays L.) Genotypes from the Northeast of Mexico. *Arab J Sci Eng 45*, 95–112. https://doi.org/10.1007/s13369-019-04086-0

RENDIMIENTO EN FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS BAJO EL ESQUEMA MAZORCA POR SURCO EN MAÍZ AZUL

Andrea Padilla-Plaza[1]; José Luis Escobar-Álvarez[2*]; Ricardo Ernesto Preciado-Ortiz[2]; Patricia López-Perea[2]; Juan Estrada-Urbina[3]; Reyna Teresa Murillo-Ramírez[1]
[1]TecNM-campus Roque, Celaya, Guanajuato, México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México. [3]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
*escobar.luis@inifap.gob.mx

Introducción

Los programas de mejoramiento, a través de selección e hibridación, se han enfocado en el desarrollo de maíces con alto contenido de pigmentos antocianos por sus propiedades nutracéuticas por su alto valor comercial; sin embargo, en zonas subtropicales, presentan problemas de adaptación y mayor susceptibilidad a enfermedades (Preciado-Ortiz, 2022). La selección recurrente busca incrementar rendimiento y otras características deseables, a través de ciclos repetidos de selección y recombinación; dentro de este método, la modalidad mazorca por surco se ha utilizado para mejorar las poblaciones y agronómicamente superiores a las originales. (Coutiño *et al*., 2025). Por lo que, el objetivo fue estimar el rendimiento en familias de medios hermanos derivadas de una población de maíz azul bajo el esquema de selección modificada mazorca por surco en El Bajío.

Materiales y métodos

Se partió de una población de maíz nativo azul, de la raza Chalqueño, proveniente de los Valles Altos y se inició el proceso de adaptación en el Campo Experimental Bajío del INIFAP. A partir del ciclo uno se seleccionaron mazorcas de forma individual para iniciar el esquema de selección recurrente de familias de medios hermanos y se establecieron lotes aislados de desespigamiento, donde se sembraron como hembras, las familias de medios hermanos que presentaron mayor intensidad de color y como macho un compuesto balanceado de las mismas en relación 2:1 (hembras:macho). (Preciado-Ortiz, 2022). En el ciclo P-V 2025, en surcos de 5 m de largo por 0.75 m, se sembraron 130 familias y el compuesto balanceado y se estimó en rendimiento de grano con la fórmula: Rto=PC*MS*G*(10000/1*0.75*5)/0.86, donde: Rto=Rendimiento (kg ha^{-1}); PC=peso de mazorca de parcela experimental; MS=porcentaje de materia seca; G=porcentaje de grano; 0.86=constante para estimar rendimiento con humedad del 14% (Coutiño *et al*., 2025). El análisis de los datos se realizó con herramientas estadísticas descriptivas (JMP 5.0.1).

Resultados y discusión

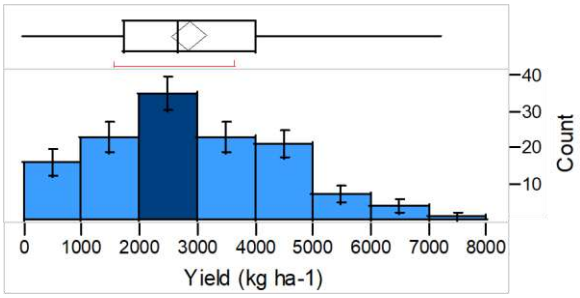


Figura 1. Distribución de frecuencias para rendimiento de grano (kg ha^{-1}) para familias de medios hermanos de maíz de grano azul establecido en el Bajío.

La distribución de frecuencias, para el rendimiento de grano de las familias de medios hermanos, muestra que los datos cumplieron con la distribución de normalidad (Díaz-

Chuquizuta *et al*., 2025); sin embargo, la variabilidad fue alta (C.V. > 30%). Se observa que 35 familias (27%) presentaron rendimiento entre 2000 y 3000 kg ha^{-1}; en tanto que, el 9% de las familias presentaron rendimiento >5000 kg ha^{-1} (Figura 1). La familia 90 presentó el mayor rendimiento (7190.10 kg ha^{-1}); mientras que, en las familias 15, 19, 111 y 112 no se reportó rendimiento de grano. Shirzad *et al*. (2025) indican que la interacción genotipo*ambiente, influye fuertemente en el rendimiento en maíz. Recientemente, Padilla-Plaza *et al*. (2025) reportaron alta incidencia (89.5 %) y elevado grado de daño (severidad=5.0) de pudrición, característico de *Fusarium* spp.; por lo que, el rendimiento se vio afectado por la presencia de la enfermedad en la mazorca (Preciado-Ortiz, 2022).

Figura 2. Familias representativas de mazorcas de medios hermanos seleccionadas para el avance genético mazorca por surco, de maíz azul de la raza Chalqueño.

Conclusiones

Para continuar con el proceso de mejoramiento bajo el esquema mazorca por surco, además del rendimiento, se debe considerar como criterio de selección la resistencia al daño ocasionado por enfermedades y la acumulación de pigmento, realizando una presión de selección más intensa.

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación por el financiamiento para llevar a cabo el proyecto: PEE-2025-G-457 “Aprovechamiento de poblaciones de maíces pigmentados del Bajío mexicano para la producción de grano y antocianinas”.

Literatura citada

Coutiño-Estrada, B., Gómez-Montiel, N., & Vidal-Martínez, V. (2025). Tres ciclos de selección modificada mazorca por surco en maíz Zapalote Chico. Revista Fitotecnia Mexicana, 48(3):215-222. https://doi.org/10.35196/rfm.2025.3.215

Díaz-Chuquizuta, P., Jara-Calvo, T. W., Campos-Amasifuen, H. M., Valdes-Rodriguez, O. A., & Hidalgo-Melendez, E. (2025). Avance genético mediante selección recurrente de familias de medios hermanos mazorca por surco, en maíz amarillo duro (*Zea mays*), en Trópico. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 28:068. https://doi.org/10.56369/tsaes.5698

Padilla-Plaza, A., Escobar-Álvarez, J. L., Preciado-Ortiz, R. E., Estrada-Urbina, J., Hernández-Caldera, R. E., & Bobadilla-Meléndez, M. (2025). Incidencia y severidad ocasionada por *Fusarium* spp. en mazorcas de familias de medios hermanos de maíz azul. Revista Tecnológica CEA, 10(31):779-788.

Preciado-Ortiz, R.E. (2022). Proceso de selección para adaptación de una colecta de maíz azul de la raza Chalqueño en la región del Bajío. Acta Fitogenética, 8(1):52.

Shirzad, A., Asghari, A., Moharramnejad, S., Shiri, M., & Ebadi, A. (2025). Integrated analysis of genotype by yield trait and genotype by environment interactions for selecting superior maize genotypes. Scientific Reports, 15:41372. https://doi.org/10.1038/s41598-025-25254-3

ALTERNATIVAS AL CONTROL DE ARVENSES Y EL POTENCIAL PRODUCTIVO DE GRANO Y FORRAJE DE MAÍZ

Benjamín Hernández-Vázquez[2]; Rita Schwentesius-Rindermann[1*]; Tomas Rivas-García[2]; Luis Enrique Vázquez-Robles[2]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230.
[2]SECIHTI-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230
* schwentesiuss@chapingo.mx

Introducción

Las malezas o arvenses crean limitaciones en la producción agrícola. Compiten con los cultivos por el agua, los gases, los nutrientes, el espacio, la luz y otros recursos de crecimiento, y pueden convertirse en huéspedes de plagas y enfermedades; (Castillo et al., 2015; Nichols et al., 2015; Arakeri et al., 2017), y pueden ocasionar pérdidas en los cultivos que pueden alcanzar hasta el 90% de la producción (Pannacci et al., 2020; Hernández-Ríos et al., 2022).

En el sistema convencional de cultivos el uso de insumos químicos prevalece en alto grado, tal como es el caso de los herbicidas sintéticos. A fin de reducir esta alta dependencia se buscan alternativas sostenibles que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. Por lo que se evaluaron diferentes métodos de manejo de arvenses sobre el desarrollo, crecimiento y productividad del cultivo de maíz bajo producción agroecológica.

Materiales y métodos

Se evaluaron cinco tratamientos de control de arvenses, en un experimento bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, bajo condiciones de temporal y riegos de auxilio en Texcoco, estado de México, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2024, en un suelo franco-arenoso, moderadamente alcalino (pH= 7.08) y 1.63 % de materia orgánica. Se sembró un hibrido comercial de maíz blanco. Se midieron y observaron, los efectos sobre el desarrollo y rendimiento de grano y forraje de cultivo; de los diferentes métodos de control de arvenses. Con la información de campo se realizaron análisis de varianza y comparación de medias Tukey (α=0.05) con SAS® v. 9.4.

Resultados y discusión

El rendimiento de grano (cuadro 1) se reflejó en la integración de los componentes de rendimiento y agronómicos, donde se encontró que las mazorcas tuvieron tamaño uniforme y lo que determinó la productividad del cultivo se orientó a la cantidad de mazorcas cosechadas. Así, el control combinado (T5) y el control con bioherbicidas (T3) mostraron ser estadísticamente competitivos con el control químico (T4, convencional). Lo que respalda la hipótesis de mantener rendimientos mediante el manejo integrado de arvenses sin agroquímicos.

Asimismo, la eficacia del bioherbicida refuerza lo expuesto por Hasan *et al.* (2021), quienes posicionan a los bioherbicidas como herramientas maduras para una agricultura sostenible, y lo mencionado por Sharma & Rayamajhi (2022) quienes mencionan que es necesario promover el uso de bioherbicidas ante las restricciones globales al glifosato y otras moléculas.

Los resultados encontrados, indican una plasticidad agronómica donde, incluso si el control de arvenses no es perfecto, la biomasa total cosechable para ensilaje no disminuye significativamente. La gran diferencia radica en la calidad e inocuidad: los tratamientos combinado y bioherbicida solo (T5 y T3) sobresalen ya que ofrecen forraje libre de trazas de herbicidas sintéticos. Bezvershuck & Fedoniuk (2025) concluyen que la producción de forraje bajo esquemas agroecológicos es clave para una ganadería sostenible, permitiendo obtener productos cárnicos o lácteos con valor agregado por inocuidad, sin sacrificar el volumen de alimento disponible para el ganado.

Cuadro 1. Promedios de componentes de rendimiento de grano y forraje en cultivo de maíz con diferentes métodos de control de arvenses.

Tratamiento	Pmz (g)	Pgmz (g)	Mz (n°)	Mzs (n°)	Jrr (%)	Rto (t ha^{-1})	RtoFV (t ha^{-1})
Testigo	148.86 *a*	126.83 *a*	72917 *b*	27604 *c*	62.27 *a*	2.36 *c*	56.82 *a*
Mecánico	161.03 *a*	138.03 *a*	94792 *ab*	50000 *b*	47.30 *ab*	5.02 *bc*	66.55 *a*
Bioherbicida	165.12 *a*	142.17 *a*	104688 *a*	67708 *ab*	34.89 *b*	7.5925 *ab*	75.20 *a*
Químico	156.22 *a*	134.29 *a*	95313 *ab*	61458 *ab*	34.50 *b*	6.7225 *ab*	72.46 *a*
Combinado	162.23 *a*	140.92 *a*	110417 *a*	77604 *a*	29.22 *b*	8.4275 *a*	79.74 *a*
Dhs	35.77	32.43	29144	21675	20.39	2.9634	24.13

Letras iguales dentro de columnas no son estadísticamente diferentes (α=0.05); PMZ: peso de mazorca completa; Pgmz: peso de grano por mazorca; Mz: número total de mazorcas por hectárea; Mzs; número de mazorcas sanas por hectárea; Jrr: porcentaje de planta jorras; Rto: Rendimiento de grano por hectárea al 14% de humedad; RtoFV: Rendimiento de Forraje Verde. Dhs: Diferencia honesta significativa.

Conclusiones

Las herramientas para el control mecánico, así como los bioherbicidas en un programa de manejo de arvenses permiten realizar la producción de maíz sin afectaciones al rendimiento, a la salud y con menor impacto al ambiente.

Literatura citada

Bezvershuck, I., & Fedoniuk, T. (2025). Sustainable weeds management in maize cultivation: Evaluating agroecological practices and tillage systems. *Scientific Horizons*, *28*(7), 22–33. https://doi.org/10.48077/SCIHOR7.2025.22

Castillo, V. , J., Rodríguez Q., P., Molina S., P., Cardozo Z., M., & Vega R., C. (2015). Entomofauna en las principales malezas asociadas a los cultivos de maíz, cítricos y lúcumo y su población estimada por hectárea en La Molina, Lima. Perú. *Anales Científicos*, *76*(2), 315. https://doi.org/10.21704/ac.v76i2.796

Hernández-Ríos, I., Osuna-Ceja, E. S., Pimentel-López, J., & García-Saucedo, P. (2022). Control de malezas en maíz, frijol, girasol y sorgo: Efecto de métodos de control bajo dos sistemas de siembra. *Agro-Divulgación*, *2*(6), 81–87. https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.137

Sharma, N., & Rayamajhi, M. (2022). Different Aspects of Weed Management in Maize *(Zea mays L.): A Brief Review*. https://doi.org/10.1155/2022

APLICACIÓN DE LA BIOFERTILIZACIÓN COMO FUENTE DE NUTRICIÓN EN CULTIVO DE MAÍZ NATIVO

Yessica Flor Cervantes-Adame[1*]; Cid Aguilar- Carpio[2]; Elizabeth Broa-Rojas[1]; Cesar Torres-Segundo[1]; Gregorio Bahena-Delgado[1]
[1]Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc.
[2] Colegio de Postgraduados, Posgrado de Botánica, Campus Montecillo, Texcoco.
* yessica.cervantes@uaem.mx

Introducción

La agricultura moderna propone alternativas de nutrición eficientes basadas en la aplicación de biofertilizantes como una opción de fertilización edáfica complementaria (Báez et al., 2020). Los biofertilizantes, también conocidos como inoculantes microbianos, son productos agrobiotecnológicos que contienen microorganismos vivos o latentes (bacterias u hongos, solos o combinados) y que son aplicados a los cultivos agrícolas con la finalidad de estimular su crecimiento y productividad (Grageda-Cabrera et al., 2018). Por lo que, la aplicación y uso de los bioinoculantes *Rhizophagus Irregularis* y *Azospirillum brasilense* representan una alternativa de nutrición complementaria para la productividad en los cultivos (Capistrán et al., 2021). Así mismo el maíz nativo es de gran importancia de acuerdo con su diversa variedad de usos y adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y ambientes agroecológicos (Reza et al., 2024). Con base en la importancia que representa la nutrición de los cultivos y el maíz nativo en la agricultura, la presente investigación tuvo como objetivos: Evaluar diferentes tratamientos de fertilización químico y biológico para estimar su efectividad en el crecimiento y rendimiento de maíz nativo.

Materiales y métodos

La investigación se estableció en el campo experimental de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Ayala, Morelos, México (18° 44' 14" N y 98° 54' 50" O), bajo condiciones de temporal en el ciclo primavera/verano, la siembra se realizó el 6 de junio 2025. El experimento incluyo cinco tratamientos de fertilización biológico-químico y consistieron en la aplicación al suelo a base de propágulos micorrízicos de la especie *Rhizophagus irregularis*, concentrado biológico de *Azospirillum Brasilense* y fertilización química (170-70-00) a base de urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio. El material vegetal que se utilizó fue la población nativa de maíz denominada CBAM1, colectada en el ejido de San Juan Ahuehueyo municipio de Ayala, Morelos. Para evaluar el efecto de los cinco tratamientos se utilizó un experimento bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. El lote experimental estuvo constituido por 27 unidades experimentales, el tamaño de la unidad experimental estuvo formada por dos surcos de 8 m de longitud con una distancia entre surcos de 0.8 m y entre plantas de 0.25 m. Las variables analizadas fueron: contenido de clorofila (CC), altura de la planta (ALP), numero de mazorcas (NMZ) y rendimiento de grano (RG). Los datos de las variables medidas se procesaron mediante análisis de varianza y comparación de medias mediante la diferencia mínima significativa (DMS $\alpha = 0.01$). La totalidad de análisis estadísticos se realizaron con el uso del software Statistical Analysis System (SAS) [SAS, 1999].

Resultados y discusión

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) para la fuente de variación de tratamientos en la totalidad de las variables evaluadas (Cuadro 1). Los coeficientes de

variación fluctuaron de 2.2 a 8.9 %, estos valores los presentaron Contenido de clorofila (CC) y numero de mazorcas (NMZ) respectivamente. Lo anterior indica que la aplicación a base de *Rhizophagus Irregularis, Azospirillum brasilense* y la fertilización química en su diferente dosis de aplicación impactan en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz nativo. Resultados similares se observaron en un estudio de biofertilización (Capistrán *et al*., 2021).

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza de la biofertilización en maíz nativo

FV	Tratamientos	Bloque	Error	Media	CV
GL	9	3	16		(%)
CC (U. SPAD)	562.15**	1.58ns	1.04	47.01	2.12
RG (t ha^{-1})	0.01**	0.98**	0.01	1.66	6.71
ALP (m)	0.18**	0.03ns	0.01	2.54	4.63
NMZ (No)	91.09**	20.59ns	11.50	37.81	8.91

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; RG= rendimiento de grano; NMZ=número de mazorcas; ALP= altura de la planta; ALM=altura de la mazorca; CC=contenido de clorofila; ns = No significativo; * = Significativo a 1 %; ** = Significativo a 0.5 %.

En relación con los tratamientos se determinó que uno de los de mayor efecto incluía en su composición *Rhizophagus Irregularis* + fertilización química. Los resultados muestran la importancia de la aplicación a base de biofertilizantes como opción de aplicación edáfica. (Grageda-Cabrera *et al*., 2018).

Conclusiones

La nutrición a base de biofertilizantes utilizados como complemento de fertilización edáfica tiene impacto en el rendimiento del cultivo de maíz nativo. La aplicación de fertilizantes biológicos a base de propágulos micorrízicos y concentrados bacterianos en combinación con la fertilización química, resulta ser una alternativa rentable de producción conveniente.

Literatura citada

Báez, P. A ‡., Limón, O. L., Ramírez, B. C.E., Ortega, V. I. A. y Olivares, A. E. A. (2020). Efecto de biofertilizantes y agricultura de conservación en la producción de trigo en un Vertisol. *Terra Latinoamérica* 38(3): 569-582. https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.649

Capistrán, L., Zulueta-Rodríguez, R., Reyes-Pérez, J., Murillo-Amador, B., Ledea-Rodríguez, J.L., y Hernández-Montiel‡, L. G. 2021.Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares asociados a calabaza italiana (*Cucurbita pepo L.*) bajo acolchado plástico en campo. *Terra Latinoamericana* 39: 1-13. http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v39/2395-8030-tl-39-e834.pdf

Grageda-Cabrera§, O. A., S. Santamaría-González-Figueroa, J. A. Vera-Nuñez, J. F. Aguirre-Medina y J. J. Peña-Cabriales. (2018). Efecto de los biofertilizantes sobre la asimilación de nitrógeno por el cultivo de trigo. *Revista Mexicana de Ciencias. Agrícolas*. 9 (2): 281-289. https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1071

Reza-Solis, I. J., Romero-Rosales, T., Hernández Galeno, C. del Ángel, Valenzuela Lagarda, J. L., & Jiménez Lobato, V. (2024). Saberes tradicionales en el cultivo de maíces nativos. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, *12*(1), 167–178. https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v12i1.551

LA PRODUCCIÓN DE GRANOS DE MAÍZ EN ESTADOS UNIDOS DIMINUYE POR EFECTO DEL MERCADO MUNDIAL

Arturo Chong-Eslava*

Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo

* achonge@chapingo.mx

Introducción

En los últimos años la producción de granos de maíz de Estados Unidos se ha estancado en 365 millones de toneladas anuales. En 2016 fue de 412 millones de toneladas, con el rendimiento de 11.7 t/ha (Faostat, 2025). Pero, después de ese año, la producción y rendimiento se han reducido. ¿Cuáles son las causas de este fenómeno, serán causas técnicas, naturales o económicas? El objetivo es determinar el por qué la producción de granos de maíz se ha estancado en los Estados Unidos y cuáles pueden ser las consecuencias para México y el mercado mundial.

Materiales y métodos

Los datos sobre la producción de granos de maíz se obtuvieron de estadísticas de la FAO, mientras que los precios internacionales recientes fueron obtenidos de la Chicago Board of Trade (2025). Además, se consideraron diversos aspectos relacionados con el mercado internacional de granos de maíz para complementar el análisis.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestra la evolución de la producción mundial y de los Estados Unidos de grano de maíz desde 1961 hasta 2023 junto con los precios internacionales desde 1980 a 2024. Es evidente que la producción mundial ha mostrado un incremento continuo sin señales de que se detenga, sin embargo, la producción de maíz en Estados Unidos se ha estancado desde 2016. En enero de 2025 el precio del maíz fue de 483.12 ¢USA/Bu, (aproximadamente $4,213.49/t). Cabe destacar que los precios del maíz comenzaron a disminuir desde agosto de 2022 cuando alcanzaron su pico de 807 ¢USA/Bu. Hasta 2007 el precio promedio del maíz era de aproximadamente 200 ¢USA/Bu ($1,620.09/t). No obstante, los fenómenos de la crisis financiera de 2008, la pandemia de 2021 y la guerra en Ucrania, provocaron dos picos de precios altos. La emergencia de China como principal comprador de maíz, debido a su creciente consumo ha contribuido al aumento de los precios, donde el maíz es utilizado para la alimentación animal. La caída en los precios del maíz por la saturación del mercado por la alta producción mundial ha generado estancamiento en la producción de maíz en los Estados Unidos lo que desincentiva a los productores. No obstante, es importante considerar otros factores que afecten el mercado. La Figura 2 muestra las importaciones de maíz realizadas por China y México, así como sus compras de este grano a Estados Unidos. China ha asumido el liderazgo mundial como comprador de maíz, aunque también se percibe disminución en las compras de maíz estadounidense en los últimos años. Esta reducción puede atribuirse a la guerra comercial entre ambos países, iniciada durante el primer mandato del presidente actual, por la imposición de aranceles a la importación de productos chinos y la prohibición de venta a China de alta tecnología. Además, la gran producción mundial de maíz le permite a China diversificar sus mercados pudiendo adquirir este grano de Brasil, Argentina, Sud-África e incluso Rusia y Ucrania, lo que ha afectado negativamente a los productores estadounidenses. En consecuencia, los productores de maíz en Estados Unidos enfrentan dificultades para encontrar mercados para sus granos, además, la Unión Europea ha prohibido la compra de maíz transgénico proveniente de este país desde hace varios años.

En el mercado estadounidense, el maíz tiene precios relativamente bajos debido a la saturación del mercado interno. Los industriales estadounidenses del etanol, la carne, leche, y otros productos agroindustriales se benefician de los precios bajos del grano, ya que pueden adquirir esta materia prima a costos reducidos. Esta situación ha abierto una oportunidad para que otros países compren maíz a precios bajos, como es el caso de Japón y México. De hecho, las importaciones de granos de maíz de México provenientemente de Estados Unidos han experimentado un incrementado significativo en los últimos años. Los industriales de alimentos balanceados en México buscan adquirir su materia prima a precios competitivos del mercado estadounidense, lo que ha generado que los precios que se pagan a los productores mexicanos sean bajos. Ocasionando protestas por parte de los productores, especialmente en los meses de abril y mayo, por no lograr obtener los ingresos esperados de sus cosechas de maíz de invierno.

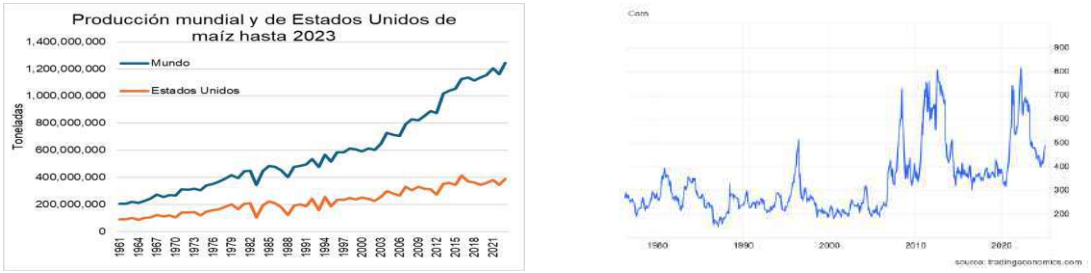


Figura 1. Producción mundial y de Estados Unidos de granos de maíz desde 1961 hasta 2023 (Faostat, 2025), y precios del maíz desde 1980 hasta enero 2025 (Commodity, 2025).

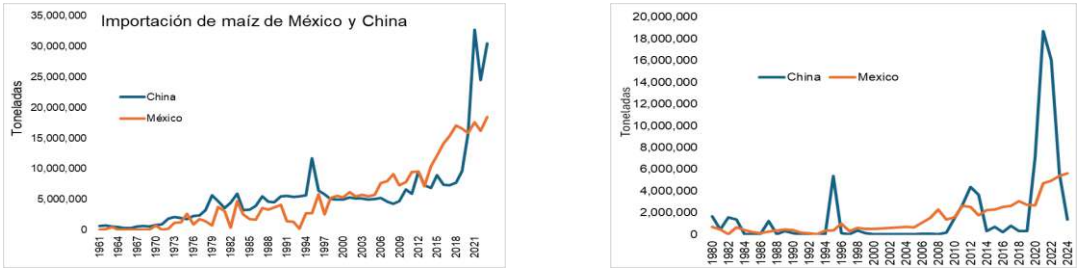


Figura 2. Importaciones de granos de maíz de México y China e importaciones de China y México de los Estados Unidos (Faostat, 2025).

Conclusiones

El mercado mundial de granos de maíz se encuentra saturado debido a la alta producción de varios países. En este contexto los granos de maíz estadounidenses tienen precios bajos, ya que la demanda de estos es limitada especialmente por parte de China, que ha reducido considerablemente sus compras a raíz de la guerra comercial entre ambos países. Por otro lado, los productores mexicanos enfrentan dificultad para vender sus granos a precios elevados, ya que los industriales de alimentos balanceados preferirán adquirir maíz a precios más bajos, importado de otros mercados.

Literatura citada

Faostat. 2025. FAO. https://www.fao.org/faostat/en/#data

Commodity. 2025. Traiding Economics. https://tradingeconomics.com/commodity/corn

Standar Query. 2025. USDA. https://apps.fas.usda.gov/gats/ExpressQuery1.aspx

NITRÓGENO APLICADO MATEMATICAMENTE AL SORGO

Arturo Chong-Eslava*
Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
* achonge@chapingo.mx

Introducción

Lo que los productores de sorgo siempre quieren saber es qué cantidad del nutrimento aplicar a su cultivo. Durante mucho tiempo esta pregunta se ha respondido a través de los muchos experimentos de fertilización realizados en las principales áreas productivas de sorgo desde hace ya muchos años, principalmente por el INIFAP. Por lo que el objetivo del presente trabajo es proponer el método de cálculo de la cantidad de nitrógeno con modelos matemáticos considerando la cantidad de agua disponible y la temperatura de la región de cultivo del sorgo. En México se cosecharon 1.3 millones de hectáreas de sorgo en casi todo el país, con 3.52 t toneladas por hectárea (SIAP, 2024), en principalmente Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Nayarit y Jalisco. En estos estados existen diferentes condiciones de agua disponible y temperaturas, lo que se refleja los diferentes manuales del INIFAP. En Carta Tecnológica (INIFAP, 2021), se recomienda una aplicación de la formulación 100-46-00 en Morelos en la región de 800-1800 msnm. En su Agenda Tecnológica para Michoacán (INIFAP, 2017), se recomienda para sorgo la formulación de 80-40-00 en temporal y 120-40-00 en riego, considerando una temperatura promedio de 22 °C. Para sorgo forrajero en Aguascalientes (INIFAP, 2017), se considera la formulación de 40-40-00 para regiones de temporal en árido o semiárido templados. En el Folleto Técnico No. 15 (INIFAP, 2017), par sorgo dulce, se recomienda 120-40-20 de formulación para el subhúmedo de Jalisco, en riego y temporal. Para el Istmo de Oaxaca (Contrera, et al. 2017), establecen la recomendación de formulación de 200-200-250 para sorgo dulce. Pecina, *et al.*, (2017), para sorgo dulce en Guanajuato. Feliz-Moreno (2010) recomienda la formulación de 115-80-115 para riego y 80-00-00 en temporal para sorgo de grano en Sinaloa.

Materiales y métodos

Utilizando las recomendaciones de aplicación de nitrógeno de las diferentes guías de producción de sorgo en las principales regiones de producción, se ha desarrollado un modelo matemático utilizando la aplicación de Excel (Office, 2025), en su herramienta línea de tendencia o regresión lineal, para generar una ecuación linear para las precipitaciones y modificada para las temperaturas de las localidades.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se presenta la relación de la aplicación del nutrimento nitrógeno y la disponibilidad de agua en diferentes regiones de producción de sorgo. Usando la aplicación de Excel, línea de tendencia, se generó la Ecuación (1):

1. kg N ha^{-1} = 0.3456 (mm) – 64.777

Se generó otra ecuación lineal, la Ecuación 2, que considera la temperatura de la localidad, afectando la pendiente de la Ecuación 1, lo que se observa en la Figura 2.

2. Pendiente = 0.0189 (°C) – 18.31

Con estas ecuaciones es posible el cálculo de la cantidad de nitrógeno necesaria para la región en base a su precipitación y la temperatura promedio anual. El primer paso entonces es calcular la pendiente de la Ecuación 1, usando la Ecuación 2 y la temperatura promedio. El segundo será utilizar la pendiente calculada, y sustituirla en la Ecuación 1. Este resultado será aceptable.

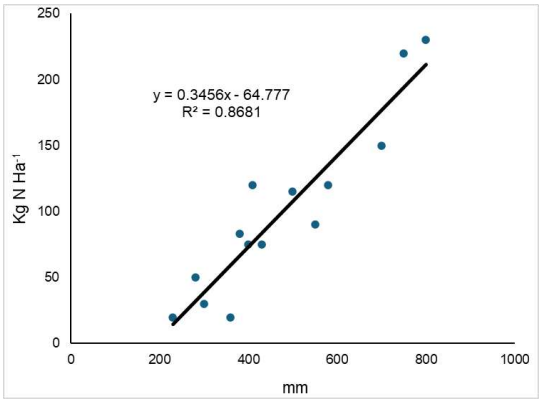


Figura 1. Relación de aplicación de nitrógeno y la disponibilidad de agua o lluvias en las diferentes regiones de producción de sorgo.

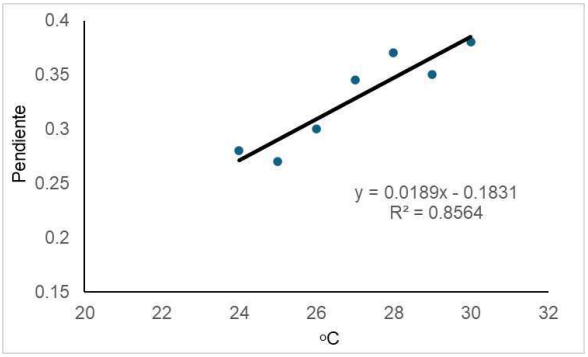


Figura 2. Modificación de la pendiente de la relación nitrógeno y agua disponible por la temperatura en las diferentes regiones de producción de sorgo.

Conclusiones

Al considerar la precipitación anual y temperatura de diferentes localidades de producción de sorgo de México, se ha creado dos ecuaciones lineares, que al usarlas es posible calcular la cantidad de nitrógeno a aplicar en una localidad, al conocerse su precipitación anual y su temperatura promedio.

Literatura citada

Contreras H. J.R., Espinoza, P. H., Montes G. N. y Ortiz H. L. Tecnología de Producción de Sorgo Dulce en el Istmo de Oaxaca. INIFAP. ISBN: 978-607-37-0759-6. Mexico.

Feliz-Moreno J. G. 2010. Guía del cultivo de sorgo para grano en el norte de Sinaloa. Fundación Produce. Sinaloa A.C.

INIFAP. 2017. Agenda Tecnológica de Michoacán. SAGARPA. Ciudad de México, Coyoacán.

INIFAP. 2017. Agenda Tecnológica de Aguascalientes. SAGARPA. Ciudad de México, Coyoacán.

INIFAP. 2017. Folleto Técnico No. 15. SAGARPA. Tecomán, Colima.

INIFAP, 2021. Carta Tecnológica del Cultivo de Sorgo en el Estado de Morelos. INIFAP. MX-0-3I030I-45-07-35I2-87. Desplegable para productores No. 87. SADER, Morelos. Zacatepec, Morelos.

Office. 2025. Excel. Microsoft 365 Copilot.

Pecina-Quintera. V., C. Herrera-Corredor, M. Hernández-Martínez, N. Montes-García, T. Moreno-Gallegos. 2017. Tecnología de Producción de Sorgo Dulce (*Sorghum bicolor* (L) Moench) en Guanajuato. INIFAP. Folleto Técnico No. 37. ISBN: 978-607-37-0780-0. Coyoacán, México, D.F.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y RENDIMIENTO EN LÍNEAS ÉLITE DE CEBADA

Miguel González-González[1*]; María F. Rodríguez-García[1]; Andrés Mandujano-Bueno[2]
[1]Campo Experimental Valle de México. [2]Campo Experimental Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
* gonzalez.miguel@inifap.gob.mx

Introducción

En México, el 85 % de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) se cultiva en condiciones de temporal (secano), siendo el área más importante, los Valles Altos del Centro de México. Durante el año 2024 en el país se cosecharon 300 558 ha, obteniendo un volumen de producción de 827 490 toneladas y rendimiento promedio nacional de 2.75 t ha^{-1} (DGSIAP, 2026). En secano se cosecharon 257 779 ha de las que se obtuvieron 572 103 t; el rendimiento medio fue de 2.22 t ha^{-1}. Los estados con mayor superficie cultivada contribuyeron con el 90.91 % de la producción de temporal: Hidalgo (33.35 %), Tlaxcala (22.53 %), Puebla (23.31 %) y Estado de México (11.73 %). La productividad del cultivo está condicionada por factores bióticos y abióticos como disponibilidad de humedad, presencia de heladas y el desarrollo de enfermedades. Se planteó como objetivo evaluar el comportamiento agronómico, características físicas del grano, rendimiento de grano y la resistencia a enfermedades en líneas élite de cebada aristada sembradas en condiciones de temporal.

Materiales y métodos

Se evaluaron en condiciones de temporal 20 líneas de cebada aristada (18 líneas élite y como testigos las variedades Esmeralda y Maravilla). El experimento fue establecido en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX-INIFAP) bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental lo constituyeron 4 surcos de 3.0 m de longitud y 0.3 m de separación. La fertilización, aplicada al momento de la siembra, se realizó con la fórmula 60-40-30 (N-P-K). Las variables registradas fueron días a espigamiento, días a madurez fisiológica, altura de la planta, severidad de la enfermedad, peso hectolítrico y rendimiento de grano. Con los datos obtenidos se realizó análisis de varianza y comparación de medias de Tukey (α=0.05) auxiliándose del paquete estadístico SAS 9.3.

Resultados y discusión

Se observó variación en la mayoría de las variables analizadas. El espigamiento se alcanzó en promedio a los 64 dds (Cuadro 1); el genotipo más precoz fue LE28 y las más tardías fueron LE17 y LE20. La madurez fisiológica se distribuyó entre los 123 a 136 días, siendo LE20 la línea más precoz y LE19, la más tardía. Las plantas más altas se registraron en la línea LE6 y las de menor altura en LE28. Con relación a la respuesta a las enfermedades, las líneas tuvieron bajos niveles de severidad de royas y manchas foliares, indicando un buen nivel genético de resistencia a estas enfermedades. Roya de la hoja se presentó en todos los genotipos evaluados; los más resistentes fueron LE3, LER3, Maravilla y LE1. Esmeralda fue la más susceptible seguido de la línea LE28. Los valores promedio de severidad no superaron 8 %, aunque de acuerdo con González & Rodríguez (2023), en variedades comerciales esta enfermedad alcanza severidad de 27 %. Para roya amarilla, la enfermedad se observó en cuatro genotipos; la severidad máxima alcanzó 3 % en LER3 y Esmeralda. Sobresalieron 15 líneas que fueron inmunes a esta enfermedad, considerada la más severa en el cultivo de cebada y que según Rodríguez-García et al. (2021) puede reducir el rendimiento de grano hasta en 53 %. Mancha en red solo se observó en LE32. En el peso hectolítrico del grano se registraron valores superiores a los 56 kg hL^{-1}, con

excepción de LE13 y Maravilla. Para rendimiento de grano, se registraron valores entre 1645.0 a 6987.5 kg ha^{-1}. La línea LE29 fue la más productiva y supero en 45 % el rendimiento del mejor testigo (Maravilla); junto con las líneas LE3, LE6, LE33 y LE14 presentaron rendimientos superiores a las 5.0 t ha^{-1}. Ocho líneas tuvieron rendimiento inferior al obtenido en Esmeralda.

Cuadro 1. Comportamiento agronómico y rendimiento de grano promedio en líneas élite de cebada bajo condiciones de temporal.

Genotipo	DE (dds)	DM (dds)	AP (cm)	RH (%)	RLA (%)	MR (%)	PH (kg hL^{-1})	REND (kg ha^{-1})
LE29	62 bcde	130 abc	71 ab	5 b	0 b	0 b	57.30 abc	6987.5 a
LE3	62 bcde	125 bcd	70 ab	1 b	0 b	0 b	59.50 ab	6375.0 b
LE6	64 abcd	124 cd	87 a	5 b	0 b	0 b	57.90abc	6270.8 bc
LE33	63 bcde	124 cd	73 ab	5 b	0 b	0 b	57.04 abc	5745.8 c
LE14	69 ab	126 bcd	70 ab	3 b	0 b	0 b	56.41 abc	5062.5 d
LE5	64 abcd	126 bcd	80 ab	5 b	0 b	0 b	56.73 abc	4941.7 d
LER3	66 abc	124 cd	77 ab	1 b	3 a	0 b	56.41 abc	4862.5 d
Maravilla	65 abcd	131 ab	71 ab	1 b	0 b	0 b	54.20 c	4791.7 d
LE28	56 e	126 bcd	60 b	8 ab	1 b	0 b	56.13 abc	4670.9 de
LE32	61 cde	126 bcd	83 ab	3 b	0 b	5 a	59.81 a	4554.1 de
LE13	66 abcd	130 abc	72 ab	3 b	0 b	0 b	55.28 bc	4154.2 ef
Esmeralda	59 de	128 bcd	69 ab	18 a	3 a	0 b	56.41 abc	3787.5 fg
LE8	59 de	125 bcd	71 ab	3 b	0 b	0 b	56.43 abc	3604.2 fg
LE18	68 ab	124 cd	72 ab	3 b	0 b	0 b	56.45 abc	3550.0 g
LE26	68 abc	130 abc	78 ab	3 b	0 b	0 b	57.30 abc	3504.2 gh
LE22	68 abc	130 abc	72 ab	6 b	0 b	0 b	58.20 abc	3312.5 gh
LER19	64 abcd	136 a	74 ab	3 b	1 b	0 b	57.89 abc	3279.2 gh
LE1	63 bcde	125 bcd	73 ab	1 b	0 b	0 b	56.41 abc	2929.2 hi
LE17	71 a	126 bcd	66 ab	3 b	0 b	0 b	57.59 abc	2425.0 i
LE20	71 a	123 d	69 ab	3 b	0 b	0 b	57.30 abc	1645.9 j
MEDIA	*64.18*	*126.68*	*72.7*	*4.08*	*0.35*	*0.25*	*57.03*	*4322.69*
DHS	*7.39*	*6.88*	*24.09*	*10.1*	*1.83*	*3.31*	*4.53*	*575.01*

DE: Días a espigamiento; DM: Días a madurez fisiológica; AP: Altura de la planta; RH: Roya de la hoja; RLA: Roya lineal o amarilla; MR: Mancha en red; PH: Peso hectolítrico; REND: Rendimiento de grano. Valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales con base a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Conclusiones

Los genotipos de cebada evaluadas tuvieron un buen comportamiento agronómico. Los mayores rendimientos se registraron en las líneas LE29, LE3, LE6 y LE33 y superaron a Maravilla en al menos 954 kg ha^{-1}. Los mejores valores de peso hectolítrico se observaron en las líneas LE32, LE3 y LE22. Se presentaron niveles bajos de severidad de las enfermedades; LE3 fue de las más resistentes, Esmeralda la más susceptible.

Literatura citada

DGSIAP (2026). Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/. Consulta: 21 de enero de 2026.

González, G, M. & Rodríguez, G. M. F. (2023). Respuesta de variedades de cebada a fungicidas para el control de roya de la hoja. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 39(4), 1475-1483.

Rodríguez-García, M. F., González-González, M., Huerta-Espino, J., & Solano-Hernández, S. (2021). Fungicides evaluation against yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) in six barley cultivars. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(3), 414-434.

PRODUCTIVIDAD Y RESISTENCIA A ROYAS EN LÍNEAS DE CEBADA CAPUCHONA

Miguel González-González[1*]; María F. Rodríguez-García[1]; Andrés Mandujano-Bueno[2]
[1]Campo Experimental Valle de México. [2]Campo Experimental Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
* gonzalez.miguel@inifap.gob.mx

Introducción

En los Valles Altos de la Mesa Central de México, la cebada (*Hordeum vulgare* L.) se cultiva principalmente en condiciones de temporal (secano). El aprovechamiento de este cereal en el sector ganadero es limitado, siendo una opción viable debido a características como rusticidad, ciclo de cultivo corto, alto contenido energético y puede obtenerse forraje de calidad en menor tiempo comparado con otros cultivos. De acuerdo con el DGSIAP (2026), durante el año 2024, en el país se produjeron 163 404.29 t de forraje cosechadas en 8 683 ha, el rendimiento promedio fue de 18.82 t ha^{-1}. Por su parte, en la producción de grano, se cosecharon 300 558 ha con rendimiento promedio de 2.75 t ha^{-1}. Para lograr impactar en el sector pecuario, se requieren variedades adecuadas, con altos rendimientos tanto de forraje como de grano, resistentes a enfermedades y con calidad nutritiva. Se planteó como objetivo evaluar el comportamiento agronómico, rendimiento de grano y respuesta a las royas en líneas avanzadas de cebada capuchona sembradas en condiciones de temporal.

Materiales y métodos

Se evaluaron 12 genotipos de cebada capuchona (imberbe) utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El experimento fue establecido en el CEVAMEX-INIFAP en condiciones de temporal. El ensayo fue integrado por 11 líneas avanzadas de cebada y como testigo la línea élite Carlota*. La unidad experimental fueron 4 surcos de 2 metros de longitud y 0.3 m de separación. La fertilización se realizó con la fórmula 60-40-30 (N-P-K) aplicado al momento de la siembra. Se registraron datos de las variables días a espigamiento, días a madurez fisiológica, altura de la planta, severidad de enfermedades (roya de la hoja y amarilla) y rendimiento de grano. La información obtenida fue analizada con el paquete estadístico SAS v9.3 donde se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey (α=0.05).

Resultados y discusión

Se observó que los genotipos son principalmente de ciclo intermedio. El espigamiento se distribuyó entre 63 y 69 dds (Cuadro 1). La madurez fisiológica se alcanzó en promedio a los 126 dds; teniendo un comportamiento similar al obtenido en DE. La altura de las plantas alcanzó un valor máximo de 92 cm en LCC11, mientras que en LCC5 se registró la menor altura. Con relación a las enfermedades, roya de hoja (RH) fue común en todos los genotipos; en LCC6 se diagnosticó la mayor severidad (8 %), seguido de LCC10, LCC9, Carlota* y LCC1. Las líneas más resistentes a RH fueron LCC7 y LCC3, ambas tuvieron severidad del 1 %. En roya lineal o amarilla (RLA), la enfermedad se observó en nueve genotipos, siendo LCC6, la línea donde se tuvo el mayor porcentaje de severidad (5.5 %), siguiéndoles Carlota*, LCC4 y LCC5. Las líneas LCC10, LCC11 y LCC3 fueron inmunes a RLA; esta roya es considerada la más severa en el cultivo de cebada, estudios realizados por Rodríguez-García et al. (2021) indican reducción del rendimiento hasta en 53 % a causa de esta enfermedad. La respuesta a las royas en todas las líneas evaluadas fue buena, observándose bajos niveles de severidad. De acuerdo con González-González et al. (2021), las enfermedades en el cultivo de cebada son la principal limitante en condiciones de temporal, por lo que la resistencia a los patógenos que las causan es esencial en las variedades recomendadas.

El rendimiento de grano tuvo valores contrastantes y se distribuyó entre 2216.7 a 4333.4 kg ha^{-1}. Del total de genotipos evaluados, 10 líneas mostraron rendimiento superior a los 3 000 kg ha^{-1}. La línea LCC7 fue la de mayor rendimiento y supero al testigo Carlota* en 74 %; además, LCC2, LCC1 y LCC10 también la superaron en 70, 64 y 63 %, respectivamente. Únicamente la línea LCC5 registró rendimiento inferior a Carlota*.

Cuadro 1. Comportamiento agronómico, severidad de royas y rendimiento de grano promedio en líneas avanzadas de cebada capuchona bajo condiciones de temporal.

Línea	DE (dds)	DM (dds)	AP (cm)	RH (%)	RLA (%)	REND (kg ha^{-1})
LCC7	65 ab	127 ab	80 ab	1.0 b	2.5 b	4333.4 a
LCC2	65 ab	125 ab	81 ab	3.0 ab	2.5 b	4241.7 a
LCC1	65 ab	124 ab	88 ab	5.0 ab	2.5 b	4079.2 ab
LCC10	65 ab	127 ab	85 ab	7.5 ab	0.0 b	4054.2 ab
LCC6	68 ab	127 ab	87 ab	8.0 a	5.5 a	3954.2 abc
LCC9	63 b	126 ab	84 ab	7.5 ab	1.0 b	3937.5 abc
LCC4	68 ab	124 ab	79 ab	3.0 ab	3.0 ab	3454.2 bcd
LCC8	64 ab	123 b	83 ab	3.0 ab	2.5 b	3404.2 bcd
LCC11	67 ab	127 ab	92 a	2.5 ab	0.0 b	3300.0 cd
LCC3	66 ab	127 ab	85 ab	1.0 b	0.0 b	3212.5 cd
Carlota*	69 a	129 a	82 ab	5.0 ab	3.0 ab	2487.5 e
LCC5	68 ab	126 ab	77 b	3.0 ab	3.0 ab	2216.7 e
Media	*65.88*	*125.79*	*83.42*	*4.13*	*2.13*	*3556.24*
DHS	*5.76*	*4.91*	*14.47*	*6.97*	*3.04*	*676.58*

DE: Días a espigamiento; DM: Días a madurez fisiológica; AP: Altura de la planta; RH: Roya de la hoja; RLA: Roya lineal o amarilla; REND: Rendimiento de grano. Valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales con base a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Conclusiones

Díez líneas superaron el rendimiento de grano de Carlota*; los mayores rendimientos se observaron en LCC7, LCC2, LCC1 y LCC10 y superaron al testigo en al menos 1500 kg ha^{-1}. La respuesta de las líneas a las enfermedades fue buena; en roya de la hoja, las más resistentes fueron LCC9 y LCC3 mientras que, para roya amarilla destacaron LCC5, LCC7 y LCC3. Las líneas de cebada evaluadas mostraron buen comportamiento agronómico, rendimiento de grano alto y con resistencia a las royas, características idóneas para su cultivo en condiciones de temporal.

Literatura citada

DGSIAP. (2026). Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/. Consulta: 21 de enero de 2026.

González-González, M., Zamora-Díaz, M. R., Solano-Hernández, S., Huerta-Zurita, R., Gómez-Mercado, R. & Rojas-Martínez, I. (2021). Mejoramiento genético de cebada en el INIFAP (1985-2020). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*,12(25), 15–20. https://doi.org/10.29312/remexca.v12i25.2807

Rodríguez-García, M. F., González-González, M., Huerta-Espino, J., & Solano-Hernández, S. (2021). Fungicides evaluation against yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) in six barley cultivars. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(3), 414-434. https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2106-5

EVALUACION DE SELECCIONES DE AMARANTO DE SEMILLA NEGRA Y CAFÉ

José Sergio Barrales Domínguez[1*]; Edgar Barrales Brito[2]; Bernardo Nieto Flores[3]

[1]Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
[2]Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Méx.
[3]Programa de Semillas. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Méx.
* jbarralesd@chapingo.mx

Introducción

De acuerdo con datos del SIAP, la producción de amaranto en México muestra variaciones anuales como resultado de la combinación entre la superficie sembrada y rendimientos unitarios, sin que se pueda presumir un aumento en la producción. La mayor parte de lo que se produce se destina para elaboración de “alegría” pero, se incursiona en otros productos con harina de amaranto como galletas, panes y obleas. Por lo anterior, es necesario avanzar en incorporar la semilla de amaranto en la cocina mexicana lo que obliga también a analizar el uso potencial del género *Amaranthus* spp., considerando su aprovechamiento y conservación. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial agronómico de selecciones individuales de amaranto con semillas de color negro o café, e iniciar su observación para definir su potencial como variedades de explotación agrícola.

Materiales y métodos

En un experimento factorial se evaluaron 30 selecciones individuales (SI) obtenidas en el ciclo agrícola 2024 que tienen semilla negra o café, sembradas en dos fechas de siembra (FS) (FS1=290425, FS2=070525) en un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones. La parcela útil fue de dos surcos de 75 cm de ancho por 5 m de largos (7.5 m^2), aplicando la fórmula de fertilización 80-40-00 y al principio 5 riegos por goteo en FS1 y 4 en FS2, dejándolo después de los 16 días de edad (dde) bajo condiciones de temporal. La etapa de emergencia fue de 8 días en FS1 y de 13 días en FS2. Se presentan en este trabajo las variables altura de planta (AP) desde el suelo hasta el punto de crecimiento; número de plantas por m^2 (DP), peso de grano por m^2 y días a la fase del 50% de plantas con emergencia de panoja (EmPa). La información se analizó con análisis de varianza y otras variables estadísticas.

Resultados y discusión

A pesar del número de SI evaluadas y las dos FS no se detectaron diferencias estadísticas en todas las variables a excepción de Fechas en rendimiento (RTO) (Cuadro 1), lo que indica que el número de observaciones realizadas fue insuficiente para detectar diferencias estadísticas entre los tratamientos. A pesar de que hubo diferencias notables entre FS, solo las hubo en RTO que resulto superior en la FS2 (Cuadro 2) superando en 78.7% al rendimiento de FS1. Las diferencias en campo entre las SI, mostraron un rango en RTO por m^2 de 60.12 g en FS1 y de 145.55 en F2. El rendimiento en general fue bajo entre las selecciones, pues la media de la FS1 fue 632.2 kg/ha y de 959.3 kg/ha en FS2, a pesar de que recibieron casi la misma agua a lo largo del cultivo. La AP en promedio fue de 206.6 cm en FS1 con una diferencia de 70.5 cm entre las más chicas y las grandes, mientras que en la FS2 la media fue de 218.52 cm con una diferencia de 91 cm entre los extremos de altura de planta. Un factor que pudo afectar fue la alta DP que se tuvo en la FS1 que casi dobló a la de la FS2, donde se observó competencia por luz debido a su crecimiento vigoroso, factor que influye mucho en el rendimiento (García *et al*., (2010). La diferencia de ocho días entre las fechas de siembra, no influyeron de manera significativa en la floración

(50%EmPa) pues en ambas fechas las plantas más precoces la alcanzaron a los 50 dde, aunque en las más tardías lo alcanzaron a los 68 dde en la FS1 y a los 64 dde en la FS2.

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza hechos en cuatro variables registradas en un experimento factorial hecho con 30 selecciones individuales de amaranto sembrados en dos fechas de siembra, en Chapingo, México 2025.

Factor de variación	Peso de grano/m2 (g)	Número de plantas/m2	Altura de planta (cm)	50% iEmPa (días)
Repeticiones	0.080	0.361	0.013	0.007
Variedades (V)	0.089	0.068	0.007	0.010
Fechas (F)	4.531*	3.689	0.046	0.047
Int V*F	0.114	0.054	0.008	0.005
CMError	16,919.83	256.82	91,000.03	6,793.67

Cuadro 2. Valores de cuatro estadísticos de diferentes variables registrados en un ensayo de rendimiento de 30 selecciones individuales de amaranto sembrados en dos fechas de siembra en Chapingo, México, 2025.

Variable	Fecha de siembra	Valor Mínimo	Valor máximo	Media	*s*
Peso de grano (g/m^2)	Fecha 1	35.81	95.93	63.22	15.55
	Fecha 2	53.66	199.21	113.78	38.49
Plantas por m^2	Fecha 1	8.65	21.25	13.75	2.77
	Fecha 2	4.05	16.40	8.13	2.86
Altura de planta (cm)	Fecha 1	170.00	240.50	206.60	19.43
	Fecha 2	174.00	265.00	218.52	18.51
iEmPa (50%)	Fecha 1	50.00	68.00	60.48	3.92
	Fecha 2	50.50	64.00	56.48	3.48

Conclusiones

De acuerdo con los resultados encontrados, la formación de variedades de amaranto con semilla negra o café no resultará sencillo, debido a que las selecciones de la base genética de inicio no mostraron diferencias contrastantes entre ellas y, porque tienen algunas características agronómicas poco deseables como la altura planta superior a los 1.6 m que facilitaría su manejo y mayor intensidad de dehiscencia de grano.

Literatura citada

García Pereyra, J., Valdés Lozano, C., Alvarado Gómez, O., y Medrano Roldán, H. (2010). Efecto de la densidad de población y genotipos en el rendimiento de grano y forraje de amaranto Ciclo de siembra de temprano 2001 en Marín N.L. *En*: El Amaranto Investigación Agronómica en el Norte de México. García Pereyra, Jesús, Valdés Lozano Ciro G., Alejandre Iturbide, Gabriel y Medrano Roldán, Hiram (eds). Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, Durango. México. pp 59-70.

CARACTERIZACIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE ALGODÓN NATIVO (*Gossypium hirsutum* L.) EN DELICIAS, CHIHUAHUA

Carlos David Gutiérrez- Rodríguez[1*]; Enrique Hernández-Leal[2]; Olga Bonilla-Barrientos[2], Oswaldo Vitolás-Salgado[1], Ricardo Valdez-Morales[3];
[1]Universidad Autónoma de Chihuahua, [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. C.E. Delicias. * ki29_ke1185@hotmail.com

Introducción

El algodonero (*Gossypium hirsutum* L.) es la fibra textil natural predominante en el mundo y es la materia prima más utilizada en la industria textil (Zheng *et al*., 2018) por su alta calidad de fibra para la fabricación de telas. Se cultiva en más de 80 países (FAO, 2023), produciendo cerca del 92 % de la fibra. La selección de genotipos con buenos rasgos genéticos de rendimiento y calidad de fibra es fundamental en el mejoramiento de algodón de alta calidad (Liu *et al*., 2020). Yehia y El-Hashash (2022) mencionan que la mayoría de las variaciones genéticas del rendimiento, sus componentes y la calidad de fibra están controladas por efectos genéticos no aditivos. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar tres líneas avanzadas de algodón nativo y dos testigos comerciales (DeltaPine® y Fibermax-989®) como alternativa para las variedades transgénicas en Delicias, Chihuahua.

Materiales y Métodos

Se realizó en el Campo Experimental Delicias (CEDEL) del INIFAP, Delicias, Chihuahua (28º 37' N y 103º 17' O, y 1,165 msnm). La siembra fue el 10 de mayo de 2025, a una distancia de 76 cm entre surcos y nueve plantas por metro lineal, para tener una población de 115,000 plantas ha^{-1}. La fertilización fue 160-70-00 NPK, aplicando todo el fosforo y la mitad del nitrógeno antes del riego de siembra, el resto de nitrógeno se aplicó un día antes del primer riego de auxilio. Los riegos de auxilio se dieron a los 25, 52, 67, 89 y 106 días después de la siembra (dds). El control de maleza y la cosecha se hizo de forma manual, la cosecha fue a los 139 dds. Se utilizaron las líneas experimentales GOS-27, FZ-13 y TOA-09 y los testigos comerciales DeltaPine® y Fibermax-989®. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de seis surcos de 6 m de longitud, las plantas muestreadas se obtuvieron de los dos surcos centrales. Se registró el Rendimiento en hueso (REN), Semilla y Pluma (ton/ha), el índice de semilla (%), altura y (cm) diámetro de planta (mm), número y distancia de entrenudos (cm), número de ramas fructíferas y calidad de fibra; donde se determinó a cada muestra la longitud de fibra (LON; en mm), la resistencia (RES; en g/tex) y la finura (FIN; índice de micronaire). Se realizó un análisis de varianza a cada variable utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 2011). Cuando se detectaron diferencias estadísticas entre variedades ($P \leq 0.05$) se aplicó la prueba de separación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

El análisis estadístico detecto diferencias ($p \leq 0.05$) entre los testigos y las líneas evaluadas. Los coeficientes de variación (C.V.) de los análisis estuvieron entre 0.7321 y 21.42 %, lo que indica que el muestreo y análisis de las muestras fueron correctos, pero debido a la amplia variación genética de los materiales utilizados los C.V fueron un poco altos. La prueba de medias indica que hubo diferencias estadísticas entre las líneas y los testigos en las 11 variables evaluadas. FZ-13 tuvo el rendimiento más alto en hueso (6.9 ton/ha), semilla (3.9 ton/ha) y pluma (2.7 ton/ha, por el contrario, DeltaPine® tuvo el rendimiento más bajo en hueso (5.2 ton/ha) y pluma (1.9 ton/ha). Datos del SIAP, indican que el rendimiento de algodón en hueso en 2023 fue de 5.51 ton/ha para Coahuila, 5.47 ton/ha para Chihuahua y 5.21 ton/ha para Durango (SIAP, 2024).

FZ-13 tuvo los valores más altos para el índice de semilla (10.8%), altura (153.6 cm) y diámetro (12.8 mm) de planta, número de entrenudos (19.63) y distancia de entrenudos (6.3 cm) y 14 ramas fructíferas. Para la calidad de fibra, el testigo comercial DeltaPine® presentó el valor más alto de finura con 5.1 micronaires, ubicándolo, de acuerdo con la clasificación por instrumentos de alto volumen o HVI (CNSPA, 2012), como gruesa. El resto de los materiales tuvieron una finura normal. También tuvo la mayor resistencia (33.45 g/tex) y longitud de fibra con 29.28 mm. La línea experimental GOS-27 fue la que tuvo los valores más bajos en finura (4.34 micronaires), longitud (28.42 mm) y resistencia (30.92 g/tex). Los estándares de fibra de las fábricas de hilado en la actualidad se basan en una mayor calidad de fibra, principalmente de la resistencia (Arioli, 2005). La longitud, resistencia, uniformidad y eficiencia en el proceso de hilado es afectada por la variedad a sembrar, estrés hídrico, temperaturas extremas y la deficiencia de nutrientes (Constable, 2007).

Conclusiones

FZ-13 fue la línea que presentó las mejores características vegetativas (altura, diámetro, número y distancia de entrenudos, número de ramas fructíferas), rendimiento (hueso, semilla y pluma), índice de semilla, además presento una calidad de fibra superior a los parámetros mínimos que la industria textil requiera.

Literatura citada

Arioli T. (2005). Genetic engineering for Cotton fiber improvement.Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer. 58:140-150

CNSPA, Comité Nacional Sistema Producto Algodón. (2012). Plan Rector Sistema Producto Algodón. Comité Nacional Sistema Producto Algodón, A. C. México, D. F. 52 p. http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/algodonbc/Descargas/DescargaSISTEMA%20PROD.pdf

Constable, G. A. (2007). Producing and preserving fiber quality: from the seed to the bale, Proceedings of 4th World Cotton Research Conference, 10–14 September 2007, Lubbock, Texas, USA, 24 p

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2023). World Cotton Day Making cotton fair and sustainable for all, from farm to fashion. Vienna, Austria. 70 p.

Liu W, Song C, Ren Z, Zhang Z, Pei X, Liu Y, He K, Zhang F, Zhao J, Zhang J et al. (2020). Genome-wide association study reveals the genetic basis of fiber quality traits in upland cotton (Gossypium hirsutum L.). *BMC Plant Biology* 20 (1): 395. https://doi.org/10.1186/s12870-020-02611-0

SAS, Analítica, Inteligencia Artificial y Gestión de Datos. (2011). SAS/STAT 9.4. User's guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.8640

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2024). Producción Agrícola. https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119

Yehia WMB, El-Hashash EF. (2022). Estimates of genetic parameters for cotton yield, its components, and fiber quality traits based on line x tester mating design and principal component analysis. *Egyptian Journal of Agricultural Research* 100 (3): 302—315. https://doi.org/10.21608/ejar.2022.134192.1228

Zheng Z, Xie S, Dai HN, Chen X. and Wang H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services* 14 (4): 352–375. https://doi.org/10.1504/ijwgs.2018.095647

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DE OCHO GENOTIPOS DE ALGODÓN CONVENCIONAL PARA EL NORTE DE MÉXICO

Oswaldo Vitolás-Salgado[1*]; Enrique Hernández-Leal[2]; Olga Bonilla-Barrientos[2], José Javier Hermosillo-Nieto[1]; Bertha Alicia Rivas-Lucero[1]
[1]Universidad Autónoma de Chihuahua, [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. C.E. Delicias. * bonilla_b3368@live.com.mx

Introducción

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es uno de los productos agrícolas más cultivados y comercializados en el mundo al ser ampliamente utilizado en la industria textil (Akın, 2023). China, India, Estados Unidos, Brasil, Australia, Turquía, Pakistán, Uzbekistán, Argentina y Grecia produjeron el 99.5 % en 2024 (Bozkiran y Gören, 2024). En México, la superficie cultivada en 2025 fue de 68,463 hectáreas, siendo el valor más bajo de los últimos treinta años (Vanguardia, 2026). El objetivo fue evaluar ocho genotipos de algodón convencionales en Matamoros, Coahuila y Delicias, Chihuahua como alternativa para las variedades transgénicas.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en 2023 en los Campos Experimentales La Laguna (CELALA) Matamoros, Coahuila (25º 32’ N y 103º 14’ O a1,150 msnm). y Delicias (CEDEL) del INIFAP, Delicias, Chihuahua (28º 37' N y 103º 17' O, y 1,165 msnm). La siembra fue el 04 de abril y el 9 de mayo en el CELALA y CEDEL, respectivamente. A una distancia de 76 cm entre surcos y nueve plantas por metro lineal, para tener una población de 115,000 plantas ha-1. La fertilización para la Laguna fue 120-40-00 y 160-70-00 para Delicias, de NPK respectivamente, se aplicó todo el fosforo y la mitad del nitrógeno antes del riego de siembra y el resto de nitrógeno en el primero riego de auxilio. Los riegos de auxilio fueron a los 58, 94 y 113 días después de la siembra (dds) en la Laguna y para Delicias fue a los 25, 52, 67, 89 y 106 dds. El control de maleza y la cosecha fue de forma manual, la cosecha se realizó en la Laguna a los 126 y 139 dds en Delicias. Se utilizaron las variedades convencionales Cian Precoz, Cian-95, Juárez-91, Laguna-89 y Nazas-87; así como las líneas experimentales GOS-27, FZ-13 y TOA-09 y los testigos DeltaPine® y Fibermax-989®.

En las dos localidades se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de seis surcos de 6 m de longitud, las plantas muestreadas se obtuvieron de los dos surcos centrales. Se registró el rendimiento de algodón en hueso (REN) y la calidad de fibra de algodón; donde se determinó a cada muestra la longitud de fibra (LON; en mm), la resistencia (RES; en g/tex) y la finura (FIN; índice de micronaire). Se realizó un análisis de varianza a cada variable utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute, 2011). Cuando se detectaron diferencias estadísticas entre variedades ($P \leq 0.05$) se aplicó la prueba de separación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

La calidad de fibra en los materiales evaluados fue diferente ($p \leq 0.05$) entre las variedades y líneas evaluadas. Los coeficientes de variación (C.V.) de los análisis estuvieron entre 4.21 y 5.2%, lo que indica que el muestreo y análisis de las muestras fueron correctos, experimentos donde se evalúan genotipos es aceptable un C.V. entre 6 a 8 % (Gómez y Gómez, 1984). La prueba de medias indica que no hubo diferencias estadísticas entre las variedades y líneas. GOS-27, FZ-13 y Cian Precoz tuvieron los rendimientos más altos en La Laguna, y FZ-13 tuvo el mayor rendimiento con 4.7 ton/ha en Delicias. El SIAP (2023), señalan que el rendimiento promedio en el ciclo agrícola del 2023 en Coahuila fue de 5.51

ton/ha de algodón en hueso, seguido por Chihuahua (5.47 ton/ha) y Durango con 5.21 ton/ha (SIAP, 2024).

El testigo comercial DeltaPine® presentó el valor más alto de finura para el C.E. Laguna con 5.1 micronaires, ubicándolo, de acuerdo con la clasificación por el instrumento de alto volumen (CNSPA, 2012), como muy gruesa; el resto de los materiales en los dos ambientes tuvieron una finura normal. Solé, (2012) dice que micronaires bajos (fibras finas) son utilizadas para fabricar hilos delgados y micronaires altos (fibras ásperas) se usan para hilos gruesos. Para la resistencia, Cian 95, Nazas-87, Laguna-89, Juárez91, Deltapine® y Fibermax-989® tuvieron los valores más altos en los dos ambientes (entre 34.9 a 32.9 g/tex). Los estándares de fibra de las fábricas de hilado en la actualidad se basan en una mayor calidad de fibra, principalmente de la resistencia (Arioli, 2005). La longitud, resistencia, uniformidad y eficiencia en el proceso de hilado es afectada por la variedad a sembrar, estrés hídrico, temperaturas extremas y la deficiencia de nutrientes (Constable, 2007). A pesar de que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los materiales evaluados, la industria textil requiere como mínimo una calidad de fibra de 26.7 a 27.2 mm de longitud y entre 3.5 a 4.9 unidades en índices de micronaire (Estrada *et al*., 2008), por lo que todos los materiales evaluados cumplen con dichos requisitos.

Conclusiones

Cian Precoz y FZ-13 sobresalieron en rendimiento en los ambientes (La Laguna y Delicias), además presentaron una calidad de fibra superior a los parámetros mínimos que la industria textil requiera.

Literatura citada

Akın, S. (2023). The Strategic Importance of Cotton Production for the World and Türkiye. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.114084

Arioli T. (2005). Genetic engineering for Cotton fiber improvement.Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer. 58:140-150

Bozkıran-Yılmaz, S., Gören, H. K. (2024). Trend analysis of cotton production and trade. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 8(3), 656-662. https://doi.org/10.31015/jaefs.2024.3.19

CNSPA, Comité Nacional Sistema Producto Algodón. (2012). Plan Rector Sistema Producto Algodón. Comité Nacional Sistema Producto Algodón, A. C. México, D. F. 52 p. http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/algodonbc/Descargas/DescargaSISTEMA%20PROD.pdf

Constable, G. A. (2007). Producing and preserving fiber quality: from the seed to the bale, Proceedings of 4th World Cotton Research Conference, 10–14 September 2007, Lubbock, Texas, USA, 24 p

Estrada, O. T., Palomo-Gil, A., Espinoza-Banda, A., Rodríguez-Herrera, S.A., Ruiz-Torres, N. A. 2008. Rendimiento y calidad de fibra de algodón cultivado en surcos ultra estrechos. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31:79-83

Gómez KA, Gómez A. A. (1984). Statistical procedures for agricultural research. 2nd ed. John Wiley Inter Science, Hoboken, NJ, USA.

SAS, Analítica, Inteligencia Artificial y Gestión de Datos. (2011). SAS/STAT 9.4. User's guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.8640

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2023). Producción Agrícola. https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119

Solé, C.A. 2012. Hilatura del algodón- Fibras textiles. Instituto Tecnológico Textil (AITEX) de España. 35 p.

CANNABIS (*Cannabis sativa L.)* VS ALGODÓN (*Gossypium hirsutum*): PRODUCCIÓN TEXTIL

Fortunato Moisés Zurita-Zafra[1]*; Aura Ixcehel Zurita-Arias
[1]Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México Texcoco. C.P. 56230.
* fzuritaz@chapingo.mx

Introducción

El cannabis es un cultivo emergente después de casi cien años de prohibición en Norteamérica, dentro de los usos más populares está el lúdico y medicinal, pero su uso textil es una alternativa ante otras fibras naturales; en este trabajo comparamos la producción de la fibra textil del cannabis y el algodón, considerando que las fibras naturales cobran relevancia en este periodo de crítica a los materiales sintéticos.

Algunos datos del rendimiento nos darían una visión del futuro de ambas fibras naturales pues se estima que por cada 1000 kilogramos de tela de algodón se requiere la producción de una hectárea, en tanto que el cannabis produce el doble o un poco más. (Jaczynska, Kasia & Orner, Kevin & Mehta, Sunidhi, 2025)

Se estima que el algodón requiere 200% más de agua que el cannabis, un dato por demás relevante ante la escasez de agua a la que nos enfrentamos por el cambio climático; por otro lado, considerando que el ciclo del cultivo del cannabis podría ser la mitad del algodón; permitiría una rotación de cultivo, descansos entre ciclos, todo esto para poder favorecer la salud del suelo y evitar la sobre explotación.

Materiales y métodos

Para este trabajo se buscaron fuentes de información del ciclo de cultivo del cannabis y el algodón con datos por hectárea, poniendo énfasis en el consumo de agua; hemos tomado en cuenta dos fases, la producción en campo con datos por hectárea y la generación de 1000 kilos de tela, para ello además resaltamos el consumo de agua, lo que nos da diferencias sustanciales en ambos procesos; es relevante señalar que los monocultivos, que significaron ventajas en la producción, han propiciado sus propias plagas y enfermedades que requieren una inversión de recursos creciente, además del agotamiento de los suelos que demandan nutrientes, micronutrientes y microorganismos necesarios.

Resultados y discusión

El uso del suelo y el agua son los factores que en definitiva determinarán el rumbo de la agricultura y la ganadería, dado que, aunque los conservadores dicen que hay más tierra por desmontar, la realidad es que la producción agrícola ha rebasado los límites de equilibrio con la naturaleza según el Centro de Resiliencia de Estocolmo (Stockholm Resilience Centre, 2025); encontramos que la producción de algodón por hectárea se aproxima a 1000 kilogramos en tanto que el cannabis produce de 2000 a 2500 kilogramos por hectárea. (Jaczynska, et al., 2025)

Otro aspecto importante es el ciclo de los dos cultivos, mientras el cannabis requiere de 90 a 120 días para llegar a la madurez, el algodón necesita de 150 a 180 días; a esto hay que sumar la densidad de las plantas por hectárea dado que, a mayor densidad del cannabis, entre 40 y 60 plantas por metro cuadrado, permite planta con mayor altura y reduce las malezas. (Zhang, et al., 2016)

El agua, como hemos señalado, es otro aspecto fundamental, dado que el cannabis tiene un sistema radicular pivotante, puede penetrar hasta dos metros en el suelo para aprovechar el agua lo que le permite demandar hasta un tercio del agua que necesita el algodón.

Conclusiones

Los resultados muestran que la producción de fibra textil de cannabis requiere menos recursos de suelo y agua, la baja incidencia de plagas y enfermedades en relación con el algodón, dado que es un cultivo emergente, y con la alta densidad por metros cuadrado que requiere menos control de malezas, nos muestran que el cannabis podría posicionarse como un sustituto del algodón en varias regiones donde el cambio climático hace más difícil la disposición de agua.

Literatura citada

Jaczynska, Kasia & Orner, Kevin & Mehta, Sunidhi. (2025). A Comparative Life Cycle Assessment of Textile Fiber Production Processes: Hemp versus Cotton. *Cleaner Waste Systems*. 11. 100277. 10.1016/j.clwas.2025.100277.

Stockholm Resilience Centre. (2025). Límites planetarios. Stockholm University. https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html

Zhang, H., Zhong, Z., & Feng, L. (2016). Advances in the performance and application of hemp fiber. *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology, 17*(9), 18.1–18.5. https://doi.org/10.5013/IJSSST.a.17.09.18

ESTABLECIMIENTO DE UNA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE VAINILLA EN HUEHUETLA, PUEBLA

Martin Aguilar-Tlatelpa[1*], Marja Liza Fajardo-Franco[1], Gabriel Chepe-Cruz[2]

Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Universidad Intercultural del Estado de Puebla. [2]Coordinador del Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua. Universidad Intercultural del Estado de Puebla.

* martin.aguilar@uiep.edu.mx

Introducción

La vainilla es originaria de las selvas tropicales del sureste de México, está asociada a la cultura Totonaca, que habita en la sierra nororiental de Puebla y la parte centro – norte de Veracruz, una región biocultural conocida como el Totonacapan. Este recurso fitogenético es muy apreciado por todo el mundo como saborizante y aromatizante, su cultivo genera beneficios económicos, pero también, ecológicos y sociales (Osorio, 2012). Los estados con mayor producción son Veracruz, Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí (SIAP, 2024). En los últimos años el cultivo de vainilla ha disminuido debido a factores como la fluctuación de precios, falta de canales de comercialización, robo, competencia desleal, cambio climático, la falta de organización entre los productores, plagas y enfermedades. No hay registro sobre esfuerzos gubernamentales para remediar estas problemáticas más allá de repartir esquejes y malla sombra para iniciar nuevas plantaciones, por medio del programa recuperación del campo poblano. No existen en la región esfuerzos de conservación de germoplasma activos y/o de mejoramiento genético de vainilla para mitigar los problemas de este cultivo. El objetivo de este trabajo fue establecer una colección de germoplasma *in situ*, para identificar la variabilidad genética de los esquejes colectados.

Materiales y Métodos

Se colectaron esquejes de productores cooperantes de los municipios de Huehuetla y Hueytlalpan, ubicados en la Sierra Nororiental de Puebla y se establecieron bajo condiciones de malla sombra, con tutores artificiales de bambú, reforzados con alambre, en macetas de 5 litros, llenas de composta y tierra de monte, iniciando la colección de germoplasma de la Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales (MCMSRN). El clima de la zona es semicálido húmedo con lluvias todo el año, la temperatura media anual es de 18 a 24 ºC con una precipitación de 2900 a 3600 mm anuales, (INEGI, 2010). Los caracteres que se consideraron para hacer la coleta fueron: vigor, sanidad, a partir de plantas madre productivas, con vainas grandes. El manejo que se le aplicó a las plantas fue fertilización foliar, fertilización al suelo, control de enfermedades mediante la aplicación de fungicidas y control de plagas.

Figura 1. Esquejes de vainilla establecida en la colección de germoplasma de la MCMSRN.

Resultados y discusión

Durante el primer año de establecimiento las plantas crecieron desarrollando nuevos brotes vegetativos vigorosos, al cabo de año y medio se identificaron 25 plantas con la característica de floración precoz, mismas que se propagaron mediante esquejes para evaluarlas por separado. La primera floración generalizada se dio durante el segundo año después del establecimiento, evento a destacarse ya que comúnmente la floración ocurre hasta el tercer año de cultivo. Se identificó una planta que no ha florecido en tres años, pero expresa vigor, tallo grueso y hojas grandes.

Figura 2. Floración precoz de vainilla con 2 años después del establecimiento.

Conclusiones

La evaluación del germoplasma colectado permitió identificar plantas con características de floración precoz, mismas que se están evaluando como plantas madre para iniciar un proceso de selección clonal.

Literatura citada

INEGI. 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010 Huehuetla Puebla. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI). https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21072.pdf

Osorio, A. 2012. Efecto de materiales orgánicos, fertilizantes e inóculos microbiales sobre el crecimiento y nutrición de plántulas de vainilla. Tesis de Maestría en Bosques y Conservación Ambiental, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

SDR. 2024. Secretaría de Desarrollo Rural. SDR. https://sdr.puebla.gob.mx/

SIAP. 2023. Producción Agrícola | Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119

CRECIMIENTO DE SELECCIONES AVANZADAS DE *Vanilla planifolia* EN EL PERIODO OTOÑO-INVIERNO EN HUEHUETLA, PUEBLA

David Omar Ortiz-Espinosa [1]*; Martin Aguilar-Tlatelpa [1]; Marja Liza Fajardo-Franco[1]

[1]Posgrado en Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Universidad Intercultural del Estado de Puebla. Huehuetla. Puebla.

* david.ortiz@posgrado.uiep.edu.mx

Introducción

Las plantaciones comerciales de vainilla (*Vanilla planifolia)* en México tienen una vida promedio de 6 años; los primeros tres años son de desarrollo vegetativo y los otros tres de producción (Santillán-Fernández et al., 2018). La región donde se encuentra mayor actividad de producción y beneficiado es la región del Totonacapan, que comprende el centro-norte de Veracruz y norte-nororiente de Puebla, la vainilla (*V. planifolia*) ha sido utilizada y recolectada desde tiempos prehispánicos y cultivada hace alrededor de 250 años (Espinoza-Pérez et al., 2018). En virtud de ello, conocer la dinámica de crecimiento de las plantas de *V. planifolia* durante el proceso de trasplante y aclimatación permitiría diseñar y fortalecer programas de manejo de la vainilla en la región del Totonacapan Poblano. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue analizar el crecimiento de selecciones avanzadas de *Vanilla planifolia* en la temporada otoño-invierno en Huehuetla, Puebla.

Materiales y métodos

Se registró semanalmente la altura en 25 selecciones avanzadas de *Vanilla planifolia* durante el 29 de septiembre de 2025 al 30 de enero de 2026. Estas selecciones pertenecen a la colección de vainilla de la Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales, ubicada en la Universidad Intercultural del Estado de Puebla, en la Sierra Nororiental. Esta región presenta un clima semicálido húmedo con lluvia todo el año de acuerdo con la clasificación de Köppen. La altura se midió desde la base o nivel de cuello hasta el ápice de la planta, para el registro y análisis de los datos se utilizó el programa *Excel*®, a partir del cual se elaboraron gráficas y curvas de regresión. Además, se realizaron las actividades agronómicas de manera general (control de plagas y enfermedades).

Resultados y discusión

Las ecuaciones de regresión revelan que las plantas que tuvieron mayor crecimiento fueron la 16 (cuya tasa de crecimiento fue de 8.5805 cm), 4 (8.0652 cm), 17 (7.8946 cm), 15 (6.6053 cm), 7 (6.3621 cm), 2 (6.2305 cm), 11 (5.5971 cm), 3 (5.5560 cm), 10 (5.0668 cm), y 12 (4.8708 cm). De estas, la número 16 tuvo la mayor tasa de crecimiento (Figura 1 A), mientras que la planta número 20 (Figura 1 B) fue la que presentó la menor tasa de crecimiento (0.631 cm). De igual forma los resultados obtenidos en las gráficas sugieren que en las primeras cuatro semanas (S1-S4) la mayoría de las selecciones presentaron un crecimiento lento, expresándose en cambios en el color de las hojas y tallo. En la semana 7 y 8 (S7-S8) la mayoría de las selecciones tuvieron un incremento en la altura, sin mostrar algún estrés o afectaciones por plagas o enfermedades. En las semanas 15 a 18 (S15-S18)

la mayoría de las selecciones presentaron un crecimiento lento, debido probablemente al afecto de un frente frío que estuvo presente en la zona de estudio.

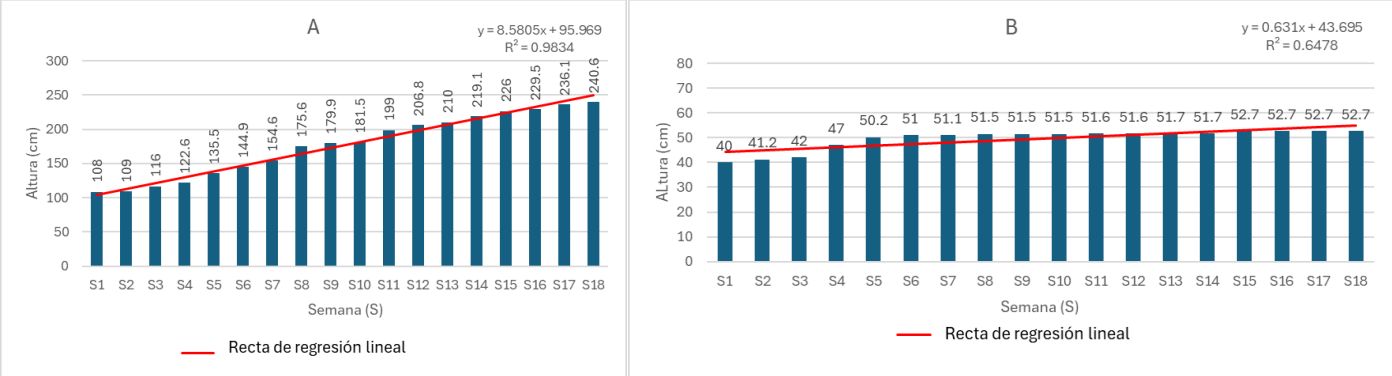


Figura 1. Registro de la altura semanal de *Vanilla planifolia*: A) planta 16 y B) planta 20. Con su respectiva recta de regresión lineal.

Conclusiones

Al analizar el crecimiento de *V. planifolia,* se identificaron las plantas que expresan caracteres de crecimiento constante en la temporada otoño-invierno en Huehuetla, Puebla. Las ecuaciones de regresión lineal permitieron identificar las plantas con las tasas de crecimiento más altas. Sin embargo, se requiere seguir recabando los datos semanales de las 25 selecciones para obtener la dinámica de crecimiento en las temporadas; primavera-verano y verano-otoño.

Literatura citada

Espinoza-Pérez, J., Herrera-Cabrera, B. E., Zizumbo-Villarreal, D., Delgado-Alvarado, A., & Salazar-Rojas, V. M. (2018). Perfil de productor por intensidad de manejo sobre vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. Ex Andrews) en la región Totonacapan, Mexico. *Agro Productividad*, *11*(3), 58-63.

Santillán-Fernández, A., Salas-Zúñiga, A., & Vásquez-Bautista, N. (2018). La productividad de la vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) en México de 2003 a 2014. Revista mexicana de ciencias forestales, 9(47), 50-69.

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS DEL AGAVE

Ernesto Alam-Vega[1]; Berenice Hernández-Martínez[2]; Edwin Alfonso Zelaya-Benavidez[3]; Angel Saul Cruz-Ramírez[4*]; Georgel Moctezuma-lópez[4]; Rubén Patiño-Cruz[5].

[1]Tecnologico Nacional de México, Instituto tecnológico de Tlahuac III; [2]Universidad Autónoma Chapingo, Centro Académico Regional Sede Oaxaca; [3] Universidad Autónoma Comunal de Oaxaca; [4] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales; [5] División de Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo.

* cruz.saul@inifap.gob.mx

Introducción

El tequila y el mezcal son los principales productos industriales que se obtienen del agave (Cruz-Ramírez et al., 2023). Su producción genera de 8 a 15 litros de vinazas y 12 a 15 kilogramos de bagazo húmedo por cada litro de destilado en promedio (Gómez-Guerrero et al., 2018). Esta materia orgánica sin procesar puede generar impactos ambientales negativos. El uso de biodigestores para procesar estos residuos puede reducir los contaminantes generados. A su vez, se genera energía limpia como el biogás y biofertilizantes (Zelaya-Benavidez et al., 2022). En las últimas 2 décadas se ha generado investigación sobre biogás sin embargo no se ha realizado un análisis que permita identificar los principales grupos temáticos y los temas emergentes. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue analizar la producción científica de biogás generado a partir de residuos de la industria del agave mediante un mapeo científico y análisis de redes.

Materiales y métodos

Se realizó un análisis bibliométrico de la literatura científica en la base de datos de Scopus del período 2007 a enero de 2026. Se realizó una lectura de 114 documentos resultantes eliminando aquellos que no se relacionaban directamente con el tema central del estudio. La base depurada consistió en 88 artículos, capítulos de libros y presentaciones en congresos internacionales. Se utilizó el software VOSviewer para graficar mediante un análisis de coocurrencia de palabras clave los grupos temáticos. Se utilizó el algoritmo fuerza de asociación para la distribución en el análisis de redes bibliográfico.

Resultados y discusión

Se identificaron 7 grupos temáticos a partir del análisis bibliométrico (Figura 1A) los cuales son los siguientes: Pretratamiento y conversión bioquímica de biomasa lignocelulósica (rojo); Digestión anaerobia y eficiencia energética de residuos orgánicos (verde); Evaluación ambiental y análisis del ciclo de vida en sistemas *waste-to-energy* (azul); Co-digestión anaerobia y recuperación energética de residuos y estiércoles (amarillo); Digestión anaerobia y producción de hidrógeno a partir de residuos orgánicos (morado); Fermentación oscura y producción de biohidrógeno a partir de residuos lignocelulósicos (cian); Producción de metano y bioetanol en esquemas de biorrefinería (naranja). El

proceso usado con mayor frecuencia para la producción de biogás es digestión anaerobia. Los procesos alternos que se identificaron fueron la molienda y combinación con materia orgánica animal. La metodología del análisis del ciclo de vida destacó por su frecuencia de uso al analizar el impacto ambiental de esta tecnología. Las revistas se agruparon en 6 grupos temáticos (Figura 1 B). *Biomass & bioenergy, renewable & sustainable energy y bioresource technology* fueron las revistas con mayor cantidad de documentos publicados.

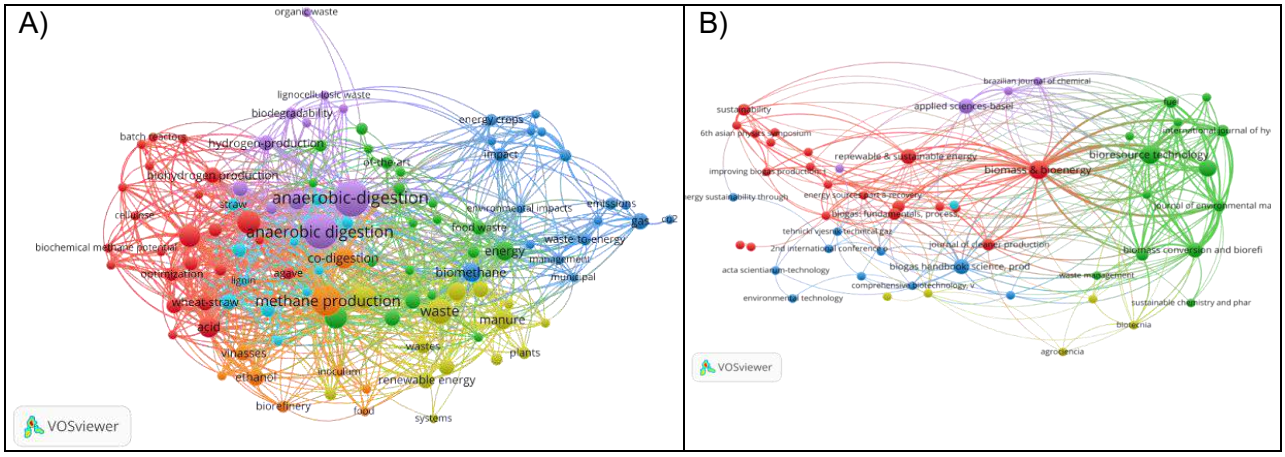


Figura 1. A) Mapa temático de la producción científica sobre biogás producido a partir de residuos de la industria del agave. B) Grupos temáticos de revistas relacionados con biogás producido a partir de residuos de la industria del agave.

Conclusiones

Se encontró un mapa científico consolidado en los grupos temáticos con 7 clústeres. Dentro de los residuos, el bagazo de agave derivado de la producción de tequila fue el más estudiado. El segundo en importancia fueron las vinazas. Estas pueden ser resultado tanto de la producción de tequila como de mezcal. La evaluación ambiental es un enfoque presente en esta línea de investigación con metodologías de vanguardia como el análisis de ciclo de vida. El biometano es un gas alternativo al uso de gas LP. El aprovechamiento de los residuos del agave a través de biodigestores para producción de biogás podría ser un modelo óptimo hacia una economía circular en la industria del agave.

Literatura citada

Cruz-Ramírez, A. S., Martínez-Gutiérrez, G. A., Martínez-Hernández, A. G., Morales, I., & Escamirosa-Tinoco, C. (2023b). Price trends of Agave Mezcalero in Mexico using multiple linear regression models. *Ciencia Rural*, 53(2). https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210685

Gómez-Guerrero, A. V., Valdez-Vazquez, I., Caballero-Caballero, M., Chiñas-Castillo, F., Alavéz-Ramírez, R., & Montes-Bernabé, J. L. (2018). Co-digestion of agave angustifolia haw bagasse and vinasses for biogas production from mezcal industry. *Revista mexicana de ingenieria quimica*, *18*(3), 1073–1083. https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbi/revmexingquim/2019v18n3/gomez

Zelaya-Benavidez, E. A., Martínez-Gutiérrez, G. A., Robles Pérez, C., & Morales García, I. (2022). Uso de vinazas de mezcal para producir metano por co-digestión con estiércol de bovino. *Biotecnia*, *24*(2), 53–58. https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i2.1501

Capítulo 8. Economía y Desarrollo Rural

TIPOLOGÍA DE LOS OFERENTES DE BIOINSUMOS EN MÉXICO

Reyes-Carmona Erika Daniela[1]*; Palacio-Muñoz Víctor Herminio[1]; Muñoz-Rodríguez Manrrubio[1]; Trujillo-González Juan Manuel[2]; Castro-Parra Juan Camilo[1]

[1] CIESTAAM, Doctorado en Ciencias en Problemas Económico Agroindustriales, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México.
[2] ICAOC, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Campus Barcelona, Villavicencio, Colombia. * erika.reyes@ciestaam.edu.mx

Introducción

El desarrollo de los bioinsumos como alternativa para una agricultura más sostenible ha impulsado la participación de una diversidad de actores en su producción y comercialización en México. Sin embargo, la información sistematizada sobre quiénes conforman la oferta y cómo se estructura este mercado sigue siendo limitada, a pesar del creciente interés institucional por los bioinsumos en la transición agroecológica del país (Chávez-Díaz et al., 2020; Goulet et al., 2024). En este contexto, identificar los distintos tipos de oferentes constituye un paso necesario para comprender la organización del sector, sus dinámicas iniciales y los retos asociados a la calidad, regulación y escalamiento de estos productos (Goulet et al., 2024; Godínez et al., 2023). El objetivo de este trabajo fue caracterizar los tipos de oferentes de bioinsumos en México desde un enfoque descriptivo, como base para futuros análisis sobre el desempeño y la gobernanza del sector.

Materiales y métodos

El análisis se basó en información de la Plataforma Mexicana de Productores de Bioinsumos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (https://bioinsumos-agricultura.mx/), complementada con registros de la Asociación Mexicana de Productores de Bioinsumos (https://ampbio.com.mx/). Se realizó un proceso de depuración, estandarización y verificación de la vigencia operativa de los registros, integrando una base de datos de 410 oferentes y 843 productos. A partir de esta base, los oferentes fueron clasificados según su tipo y perfil organizativo, de tal manera que se obtuvieron las siguientes categorías: pequeño productor, empresa productora, sociedad de producción rural, comercialización, consultora, organización sin fines de lucro, centro de desarrollo comunitario y sociedad cooperativa. El análisis se efectuó mediante estadística descriptiva y herramientas gráficas.

Resultados y discusión

La estructura de la oferta de bioinsumos en el país reveló una marcada heterogeneidad y segmentación, resultado de la coexistencia de distintos tipos de oferentes con capacidades, estrategias y grados de formalización diversos. El 85.4% de los oferentes correspondió a pequeños productores, con presencia predominante en las regiones centro y sur del país, lo cual es consistente con patrones observados en otros contextos latinoamericanos donde la producción y comercialización de bioinsumos ha sido impulsada principalmente por actores locales y emprendimientos familiares o comunitarios, frecuentemente vinculados a prácticas agroecológicas y circuitos cortos de comercialización (da Silva Medina et al., 2023; Goulet, 2021). En contraste, un grupo reducido de empresas formalmente constituidas concentró una proporción menor de la oferta, localizándose principalmente en regiones con mayor desarrollo agroindustrial. Estas firmas suelen contar con mayores capacidades tecnológicas, acceso a financiamiento e infraestructura industrial, lo que les permite operar bajo estándares más rigurosos y acceder a mercados más amplios o exigentes (da Silva Medina et al., 2023). Asimismo, el sector incorpora comercializadoras, consultoras y organizaciones con funciones complementarias dentro de la cadena de valor. La coexistencia de estos tipos de oferentes refleja un sector heterogéneo y aún

en una fase incipiente de articulación estructural. La falta de una institucionalización plena de las funciones de acompañamiento técnico y extensión rural constituye una limitante importante para la consolidación del sector, ya que la literatura señala que la ausencia o debilidad de servicios técnicos especializados dificulta tanto la profesionalización productiva como la adopción más amplia de bioinsumos por parte del sector agrícola convencional (Goulet, 2021; da Silva Medina et al., 2023).

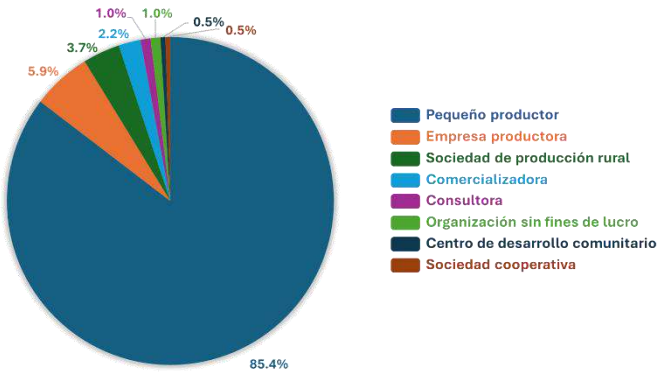


Figura 1. Tipología de oferentes de bioinsumos en México

En conjunto, el panorama observado sugiere un sector fragmentado, donde predomina el pequeño productor, pero en el que se identifican dinámicas iniciales orientadas hacia una mayor integración organizativa.

Conclusiones

La tipología de oferentes de bioinsumos en México evidencia una estructura dominada por pequeños productores, junto con la presencia de actores empresariales y organizacionales con roles diferenciados. Este diagnóstico inicial aporta una base para el desarrollo de análisis posteriores que profundicen en los mecanismos de articulación entre los distintos tipos de oferentes y en su contribución a la consolidación del sector de bioinsumos en México.

Literatura citada

Chávez-Díaz, I., Molina, L., Cárdenas, C., Anaya, E., Ramírez, S., & Villalobos, S. (2020). Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro- biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11, 1423-1436. https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2492

da Silva Medina, G., Rotondo, R., & Rodríguez, G. R. (2023). Agricultural Bio-Inputs as an Innovative Area of Opportunity for Agro-Industrial Growth in Developing Countries: Lessons from Argentina. *World*, 4(4), 1007–1022. https://doi.org/10.3390/world4040056

Godínez, L., Arteaga-Garibay, R., Ruvalcaba-Gómez, J., Iñiguez, P., & Ariza-Flores, R. (2023). Evaluation of microbiological safety in bioinputs produced in Mexico. *Agro Productividad*. https://doi.org/10.32854/agrop.v16i9.2681

Goulet, F. (2021). Biological inputs and agricultural policies in South America: between disruptive innovation and continuity. *Perspective Magazine*, CIRAD Perspective n°55. https://doi.org/10.19182/perspective/36383

Goulet, F., Fonteyne, S., Ridaura, S., Niederle, P., Odjo, S., Schneider, S., Verhulst, N., & Van Loon, J. (2024). The emergence of microbiological inputs and the challenging laboratorisation of agriculture: lessons from Brazil and Mexico. *Agriculture and Human Values*, 42, 369 - 381. https://doi.org/10.1007/s10460-024-10614-y

ORGANIZACIÓN LAGUNERA EN EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS LACUSTRES DEL LAGO DE TEXCOCO, MÉXICO

Magali Catalina Albor-Ruiz*; Cristóbal Santos Cervantes
Universidad Autónoma Chapingo
* magi.albor@gmail.com

Introducción

El Lago de Texcoco actualmente es un Área Natural Protegida (ANP) donde se conservan prácticas campesinas y laguneras presentes desde la época prehispánica. Las prácticas de aprovechamiento – producción de recursos lacustres presentan la problemática de no tener relevo generacional para preservar las prácticas tradicionales laguneras. Los «laguneros» (personas que se autonombran de esta manera y que han trabajado más de 35 años con los recursos lacustres) tienen organización en torno al aprovechamiento de los recursos que ha estado en función de la conservación del medio ambiente y la reproducción social formando sistemas de conocimiento tradicional comunitario. El presente trabajo tiene como objetivo documentar y analizar la organización que tienen los laguneros del municipio de Atenco, Estado de México, perteneciente al territorio Lago de Texcoco a fin de contribuir en el desarrollo rural de la comunidad de la costa oriente.

Materiales y métodos

La investigación se realizó con un enfoque cualitativo-etnográfico mediante historias de vida en casas particulares y recorridos a las zonas productivas, lugares de procesamiento y almacenaje de producción en el periodo de septiembre de 2023 a junio de 2025 donde se obtuvieron grabaciones de audio y fotografías que permitieron recabar información para el análisis de la organización personal, familiar y comunitaria en torno al aprovechamiento de los recursos lacustres. Se trabajó con laguneros de las comunidades Santa Rosa, Ixtapan y Nexquipayac pertenecientes al municipio de Atenco, Estado de México. Actualmente son ocho laguneros en el municipio y se obtuvo una muestra del 50% ya que cuatro fueron los que accedieron a colaborar en la investigación al permitir difundir la información.

Resultados y discusión

La identidad colectiva es el proceso mediante el cual los actores se constituyen al tiempo que dotan de sentido sus acciones diarias formando rasgos o elementos culturales seleccionados por colectividad (Mercado y Hernández, 2010). El aprovechamiento de recursos lacustres ha estado en función de las necesidades de la población cercana al cuerpo de agua, en el caso del Lago de Texcoco, son variados los productos obtenidos, algunos son encontrados y recolectados, otros más necesitan de ciertas habilidades o materiales y algunos más han necesitado de la mano del ser humano para su producción. Los productos lacustres como el tequesquite, sal de tierra, alga espirulina, ahuautle, ajolote, artemia, pato, romeritos, entre otros; son recursos que actualmente se comercializan en las comunidades aledañas al lago; estos productos son trabajados por los laguneros en diferentes lugares del territorio, con procesos desiguales, en temporadas distintas pero los laguneros trabajan en organización conjunta permitiéndoles cuidar del ecosistema para poder aprovechar lo que el lago les provee. De acuerdo con Pérez y Argueta (2011) la reproducción de las creencias, formas de expresión, elementos simbólicos, emotivos, deseos, propósitos y actividades referidas a cubrir las necesidades resulta en acciones importantes para organizarse, obtener, transformar y comercializar los productos con los que se cuenta.

Aunque son diferentes recursos, los laguneros se organizan para que los lugares de producción se encuentren limpios (tierra, agua y malezas), para cuidar del ecosistema y no sobrepasen la capacidad de recuperación de la tierra, agua, flora y fauna. Aunado a esto, tienen el conocimiento

de los sistemas de producción en diferentes temporadas (frio, sequia o lluvia). Para poder organizarse, los laguneros arreglan sus tiempos individualmente, cubren sus actividades personales, de su núcleo familiar y se acercan a la zona del lago con el fin solventar necesidades personales, familiares y sociales con el uso de los recursos.

Una vez en las zonas productivas todos cuidan del espacio y sus pertenencias. Todos saben qué lugar de producción tiene cada uno y aunque no concuerden en la jornada de trabajo siempre cuidan el uno al otro. Saben dónde viven, las familias se conocen, se dejan recados y apoyan con algún pendiente o solicitud que se tenga en torno a la producción o lugares del lago.

Actualmente el modo de vida lacustre es minimizado por efectos de la globalización, lo que ha resultado en la falta de relevo generacional, aunque los productos cumplen con funciones importantes para la comunidad no hay jóvenes que se acerquen para aprender los conocimientos tradicionales. La dinámica entre los laguneros es de compañerismo y ayuda mutua, cuando se realizan eventos como tianguis o ferias artesanales asisten a comercializar los productos; dan información a personas que llegan a buscar productos que alguno no tenga, pero el otro sí, tienen proyectos conjuntos como la realización de una ruta turística de productos del lago con demostraciones de su producción y uso. Están trabajando para poder involucrarse en la toma de decisiones alcanzando un entendimiento mutuo, trabajando en coordinación y de manera efectiva para llegar a ser actores sociales que realmente se haga un cambio hacia el desarrollo del territorio. (Paño et al., 2019; Torres y López, 2017).

Conclusiones

Las prácticas de recolección, caza, pesca y captura han sido parte de la vida de los pobladores originarios de la costa oriente del lago. La organización lagunera comunitaria no obedece únicamente a la obtención de ganancia capitalista ya que es importante para cuidar el ecosistema y preservar el territorio lacustre implicando cultura, identidad, saberes, prácticas, etc. Para llegar a la organización actual se ha valorado llegar a acuerdos, coincidir en tiempos, horarios, rutas, cantidad y calidad de los productos a aprovechar. Los productos lacustres que actualmente aprovechan los laguneros en el Lago de Texcoco son ejemplos de lucha por el territorio, de persistencia y continuidad de la autonomía de los pueblos.

Literatura citada

Mercado, A. & Hernández, A. (2010). El proceso de construcción de la identidad colectiva. *Convergencia, 17* (53), 229-251. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352010000200010&lng=es&tlng=es

Paño, P.; Rébola, R. & Suárez, M. (2019). Procesos y metodologías participativa. Reflexiones y experiencias para la transformación social. Recuperado de https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/11431/1/Procesos_y_metodologias.pdf

Pérez, M. & Argueta, A. (2011). Saberes indígenas y diálogo intercultural. *Cultura y representaciones sociales*, *5(*10), 31-56. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102011000100002&lng=es&tlng=es

Torres, E. & López, J. (2017). Manual de planeación participativa con enfoque de equidad en comunidades de Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/196775/MANUAL_PLAN_PARTICIPATIVA___DIGITAL_2017ok_baja_res.pdf

DIFERENCIACIÓN TERRITORIAL EN LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES EN PRODUCTORES DEL PROGRAMA MASAGRO-CIMMYT

Juan Camilo Castro-Parra[1]*; Fernando Cervantes-Escoto[1]; Manrrubio Muñoz Rodríguez[1]; Juan Manuel Trujillo-González[2]; Erika Daniela Reyes-Carmona[1]
[1] CIESTAAM, Doctorado en Ciencias en Problemas Económico Agroindustriales, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México.
[2] ICAOC, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Campus Barcelona, Villavicencio, Colombia.
* juan.castro@ciestaam.edu.mx

Introducción

La adopción de prácticas agrícolas sostenibles es un elemento central para enfrentar desafíos como el cambio climático, la degradación de suelos y la seguridad alimentaria (Ortiz-Bobea et al., 2020). En México, el programa MasAgro-CIMMYT, implementado desde 2010, promueve tecnologías como agricultura de conservación, variedades mejoradas, fertilización balanceada y manejo postcosecha para incrementar la productividad y conservar los recursos naturales (Camacho-Villa et al., 2016). Aunque prácticas como la agricultura de conservación han mostrado efectos positivos en rendimiento y rentabilidad (Saldivia Tejeda et al., 2024), su adopción no es homogénea. La literatura señala que las decisiones de adopción están influidas por la interacción entre características del productor y condiciones regionales (Prokopy et al., 2019). Sin embargo, existe limitada evidencia sobre cómo estas diferencias se manifiestan en el contexto del programa MasAgro-CIMMYT. En este sentido, el presente trabajo analiza la diferenciación territorial en la adopción de prácticas agrícolas sostenibles en productores del programa.

Materiales y métodos

El estudio utilizó información proveniente del repositorio institucional del programa MasAgro-CIMMYT, correspondiente al ciclo agrícola primavera–verano 2018. A partir de un universo histórico de 58,836 registros, se aplicaron criterios de inclusión orientados a garantizar homogeneidad productiva y temporal, seleccionando productores de maíz grano con superficie entre 1 y 5 hectáreas. Posteriormente se realizó un proceso de depuración para eliminar registros duplicados e incompletos en variables clave. La muestra final quedó conformada por 924 productores. Para el análisis territorial, los estados se agruparon en cuatro regiones productivas (Centro, Centro-Occidente, Noreste y Sur-Sureste) conforme a la clasificación oficial de la SADER. Se evaluó la adopción de siete prácticas sostenibles promovidas por el programa, entre ellas labranza mínima, rotación de cultivos, fertilización balanceada y uso de variedades mejoradas. El análisis estadístico se realizó mediante pruebas de Chi-cuadrada de Pearson para evaluar la asociación entre región productiva y adopción de prácticas, complementadas con el coeficiente V de Cramer para estimar la magnitud de las asociaciones. Para las relaciones estadísticamente significativas ($p < 0.05$), se calcularon residuales estandarizados con el fin de identificar las categorías regionales que contribuyeron a los patrones observados. Todos los análisis se realizaron en R con un nivel de confianza del 95%.

Resultados y discusión

Las siete prácticas evaluadas mostraron variaciones estadísticamente significativas entre regiones (Figura 1), lo que confirma que la adopción se presenta de manera diferenciada según el contexto territorial. La labranza mínima presenta mayor presencia relativa en el Sur-Sureste, mientras que en la región Centro su adopción es menor a la esperada. En contraste, prácticas

como fertilización balanceada, rotación de cultivos y uso de bioinsumos muestran mayor adopción relativa en el Noreste y Centro-Occidente, territorios caracterizados por mayor acceso a insumos especializados, articulación productiva e infraestructura agronómica (Jena, 2021). El uso de variedades mejoradas presenta un patrón distinto, con mayor adopción en la región Centro; resultado vinculado a dinámicas específicas de acceso a semilla certificada y redes de innovación. Los resultados indican que la adopción no responde a un patrón homogéneo ni a decisiones aisladas del productor, son configuraciones territoriales que moldean las trayectorias tecnológicas regionales (Ribeiro et al., 2025).

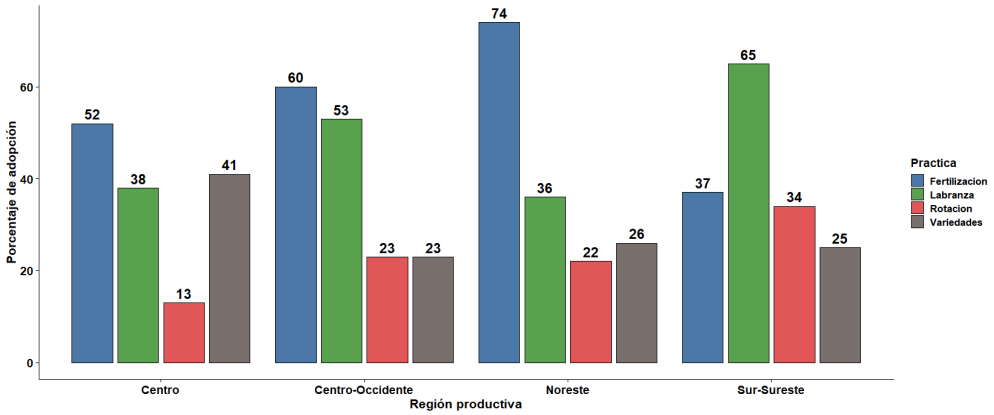


Figura 1. Porcentaje de adopción de prácticas agrícolas sostenibles por región productiva. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La región productiva determina patrones de adopción diferenciados, evidenciando que las decisiones de manejo responden al contexto territorial más que a dinámicas homogéneas. En consecuencia, la adopción de prácticas sostenibles requiere estrategias adaptadas a los contextos regionales para fortalecer la transición hacia sistemas productivos más resilientes.

Literatura citada

Camacho-Villa, T. C., et al. (2016). The evolution of the MasAgro hubs. Industrial Crops and Products. https://doi.org/10.1080/1389224X.2016.1227091

Jena, P. (2021). Extension services as key determining factor for adoption of minimum tillage practice in Kenya: A plot level analysis. *Journal of Public Affairs, 21*(3), e2652. 10.1002/pa.2724

Ortiz-Bobea, A., Ault, T. R., Carrillo, C. M., Chambers, R. G., & Lobell, D. B. (2020). The Historical Impact of Anthropogenic *Climate Change on Global Agricultural Productivity*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2007.10415

Prokopy, L. S., Floress, K., Arbuckle, J. G., Church, S. P., Eanes, F. R., Gao, Y., Gramig, B. M., Ranjan, P. & Singh, A. S. (2019). Adoption of agricultural conservation practices in the United States: Evidence from 35 years of quantitative literature. *Journal of Soil and Water Conservation, 74*(5), 520–534. https://doi.org/10.2489/jswc.74.5.520

Ribeiro, I., Lopes, H. S., Dinis, M. A., & Remoaldo, P. C. (2025). Geography of Sustainability Transitions: Mapping Spatial Dynamics and Research Trends Between 1995 and 2024. *Environments, 12*(5), Article 53. doi.org/10.3390/environments12050148

Saldivia-Tejeda, A., Uribe-Guerrero, M. Á., Rojas-Cruz, J. M., Guera, O. G. M., Verhulst, N., & Fonteyne, S. (2024). Conservation agriculture enhances maize yields and profitability in Mexico's semi-arid highlands. *Scientific Reports, 14*(1), 29638. https://doi.org/10.1038/s41598-024-80928-8

INNOVACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MAGUEY PULQUERO EN LA REGIÓN DE LOS LLANOS DE APAN

José Ignacio Salas-Soto[1]; Enrique Genaro Martínez-González[1]; Roberto Rendón-Medel[1]; Gustavo Ortega-Solano[2]
[1] CIESTAAM – Universidad Autónoma Chapingo, km. 38.5 Carretera México – Texcoco 56230 Chapingo, México. [2] DICEA – Universidad Autónoma Chapingo, km. 38.5 Carretera México – Texcoco 56230 Chapingo, México.
* jignacio.salas@ciestaam.edu.mx

Introducción

El pulque es una bebida milenaria, producto de la fermentación del aguamiel, extraído del maguey. En el año 1900, en pleno apogeo, existía una superficie sembrada de maguey pulquero de poco más de 250 mil hectáreas en la región de los Llanos de Apan. Para el año 1984 la superficie sembrada a nivel nacional fue de poco menos de 2 mil hectáreas. Actualmente, existen poco menos de 10 mil. Esto demuestra el deterioro de esta industria. Hidalgo sigue prevaleciendo como el estado productor líder de maguey pulquero y de pulque a nivel nacional con poco más del 50% de la superficie total de magueyeras del país (Fernández-Sánchez et al., 2025). Hoy en día, esta bebida está siendo impulsada por los jóvenes, ya que el 80% de los consumidores del pulque son personas entre 18 y 29 años (Rodríguez, 2021). Asimismo, la manera de consumirlo ha ido evolucionando ya que no sólo se degusta en una pulquería, sino que van surgiendo nuevas maneras de consumirlo como embotellados, enlatado o destilados. El objetivo de la presente investigación fue analizar el sistema de producción de maguey pulquero en la región denominada los Llanos de Apan, considerando su dinámica de innovación y el comportamiento de la red de comercialización presente en el territorio, para establecer una agenda de innovación que contribuya al crecimiento de los productores.

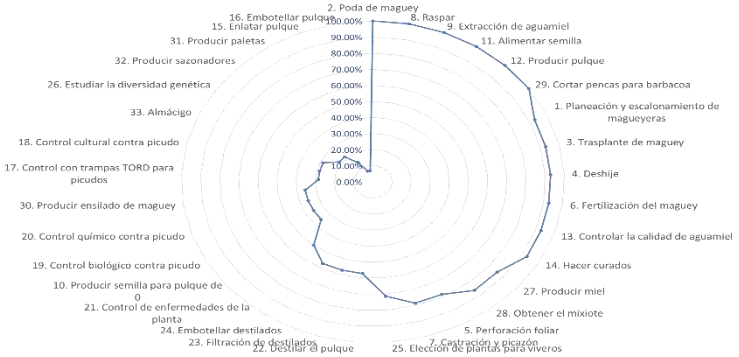
Materiales y métodos

La red de innovación y las redes sociales del maguey pulquero se analizaron con base en la metodología propuesta por Rendón (2021). Se encuestaron a 14 productores de manera presencial, mediante un muestreo por conveniencia dentro de la zona denominada los Llanos de Apan, que comprende parte de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Estado de México. La información se recabó en el mes de octubre 2025. Se obtuvo información relacionada con los atributos del encuestado, su unidad de producción, la red técnica y de adopción de innovaciones. A partir de la información obtenida, se calculó el Índice de Adopción de Innovaciones (INAI) y la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI). Se generaron otros indicadores relacionados con el Análisis de Redes Sociales (ARS) a partir de la pregunta ¿Dónde vende sus productos?: como el tamaño de la red, densidad, índice de centralización. Mismos que fueron procesados y graficados en Gephi; las otras variables de la encuesta fueron procesadas con estadística descriptiva con uso de Excel.

Resultados y discusión

La edad promedio de los productores de maguey pulquero es de 58 años. El productor con mayor número de plantas tiene 655 mil, bajo un sistema intensivo, mientras que el menor sólo tiene 25 bajo un sistema de metepantles. El INAI promedio fue del 63%, con un máximo de 91% y mínimo de 39% lo que indica que, en general se han adoptado pocas innovaciones. Existe un coeficiente de correlación moderado entre INAI y número de plantas que tiene cada productor, siendo del 65.79%. Las innovaciones más adoptadas con TAI de 100% fueron las relacionadas con las actividades que se han pasado de generación en generación sin cambio alguno, como lo son la poda de maguey, raspar, extraer el aguamiel, etc. Sin embargo, innovaciones relacionadas con

nuevos productos derivados del maguey y con el control de enfermedades son las que menos se adoptan. Siendo el embotellamiento o enlatado del pulque algo que solo un productor domina (Figura 1).



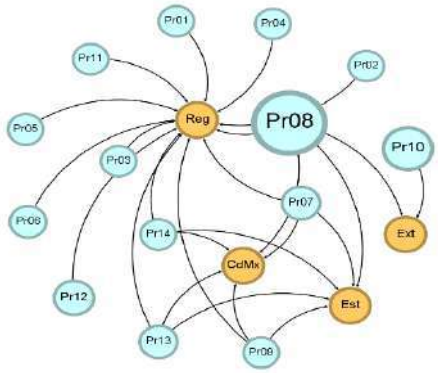


Figura 1. Tasa de adopción de innovación a productores de maguey pulquero. **Figura 2.** Red comercial de productores de maguey pulquero

En lo que respecta al ARS (Figura 2), se generó una red de 14 nodos representando a cada productor (azul), y 4 nodos representando la zona donde se vende (naranja). Esta red cuenta con un índice de centralización de 16.26% de salida y 72.31% de entrada. Esto significa que la comercialización se centra en actores que, para este estudio, representan las ventas en la región, en otros estados y hacia la Ciudad de México, teniendo en cuenta que esta ciudad ha sido históricamente el mayor mercado del pulque en nuestro país. Asimismo, solo dos actores venden sus productos al extranjero (INAI de 90% y 87% respectivamente).

Conclusiones

La mayoría de los productores de maguey pulquero mantienen bajos niveles de innovación y dependen de mercados regionales reducidos. Solo unos pocos han incorporado valor agregado al pulque tradicional para acceder a mercados internacionales. Esta situación abre una oportunidad estratégica para fortalecer la sostenibilidad del cultivo mediante productos innovadores con menor presión competitiva y mayor potencial de preservación del maguey.

Literatura citada

Fernández-Sánchez, A., Torres-Mendoza, A., & Quezada-Téllez, L. A. (2025). Perspectivas y desafíos del pulque en el Valle de Apan: Un análisis de la producción y demanda. TEPEXI Boletín Científico De La Escuela Superior Tepeji Del Río, 12(23), 11–22. https://doi.org/10.29057/estr.v12i23.13251

Rendón, R. (2021). Fundamentos y lineamientos para la identificación de redes de innovación en el sector rural. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 150 p.

Rodríguez, A. (2021). Adiós, tequila y mezcal: llegó la era del pulque (y millones de pesos en ventas). El Financiero. https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/2021/09/14/adios-tequila-y-mezcal-llego-la-era-del-pulque-y-millones-de-pesos-en-ventas/

LA LEY DE OKUN COMPROBADA EN LA ECONOMÍA ESTADOUNIDENSE

Bonifacio Gaona-Ponce[1*]; Alejandra Rubio Rosales; Dixia Diana Vega Valdivia; Rolando Javier Robledo Arroyo; Pablo Felipe Cabrera García
[1]Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico Administrativas
* bgaonap@chapingo.mx

Introducción

La Ley de Okun, formulada por el economista Arthur Okun en la década de 1960, establece una relación empírica inversa entre las variaciones en la tasa de desempleo y el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) real (Mankiw, 2014). Según esta ley, para reducir la tasa de desempleo, una economía debe crecer a un ritmo superior a su tendencia a largo plazo (Rodríguez Benavides et al., 2022). En el presente trabajo, se analizó la validez y el comportamiento de esta relación en la economía estadounidense, utilizando datos históricos de variación del PIB real y la tasa de desempleo. El estudio identificó que la correlación observada se mantiene en periodos de crisis, recuperación y estabilidad, así como sus implicaciones para la política económica.

Materiales y métodos

Para el análisis se utilizaron datos anuales de la variación porcentual del PIB real y la tasa de desempleo total de Estados Unidos, desde 1951 hasta 2024, obtenidos de fuentes nacionales como la Bureau of Economic Analysis (BEA) y la Bureau of Labor Statistics (BLS). La información se organizó en una gráfica que relaciona ambos indicadores por año (Figura 1), en ésta se muestra una tendencia general inversa entre el crecimiento del PIB y la variación del desempleo, confirmando la Ley de Okun para la mayoría de los años analizados. Por ejemplo, en periodos de crecimiento sólido (1997-2000, 2014-2019), el desempleo tiende a disminuir, mientras que en recesiones (2001, 2007-2009, 2020) el desempleo aumenta abruptamente.

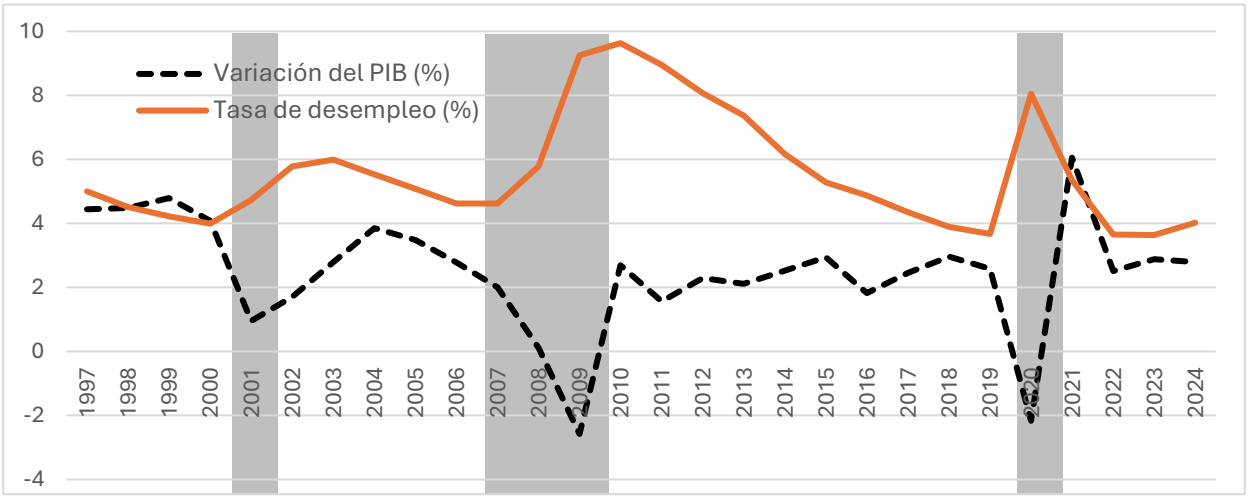


Figura 1. Variación del PIB y la tasa de desempleo estadounidense de 1997 a 2024
Fuente: Elaboración propia, con datos de (BLS, 2026) y (BEA, 2026)

La Figura 2 muestra empíricamente la Ley de Okun para la economía estadounidense, es un diagrama de puntos dispersos que representa la variación de la tasa de desempleo en el eje de abscisas y la variación porcentual del PIB real en el de ordenadas, obtenidas de 1951 a 2024.

La línea de tendencia calculada tuvo una pendiente de -1.6096 y una ordenada al origen de 3.2711.

El cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson (R^2) obtenido fue de 0.5986.

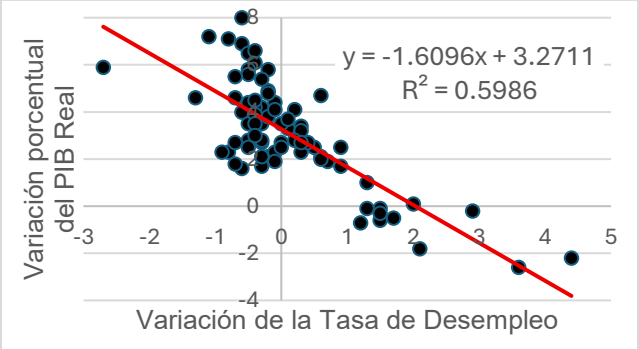


Figura 2. Ley de Okun para EEUU.
Fuente: Elaboración propia, con datos de (BLS, 2026) y (BEA, 2026).

Resultados y discusión

Se observan desviaciones significativas: En 2009, a pesar de una ligera recuperación del PIB (+1.5%), el desempleo se mantuvo muy alto (9.5%), reflejando la profundidad y persistencia de esa gran recesión. En 2020, la caída del PIB (-2.5%) coincidió con un aumento del desempleo al 8.0%, pero en 2021 el PIB repuntó fuertemente (+6.0%) y el desempleo cayó a 4.0%, mostrando una recuperación más rápida que en crisis anteriores, posiblemente por los estímulos fiscales y monetarios excepcionales.

La pendiente negativa de la línea de tendencia confirma la relación inversa entre crecimiento económico y desempleo. Por cada punto porcentual que aumenta el crecimiento del PIB real, la tasa de desempleo disminuye aproximadamente 1.61 puntos porcentuales. Este coeficiente está dentro del rango histórico estimado para EE.UU. (entre –1.5 y –2.0). La intersección de 3.27 indica que se necesita un crecimiento del PIB superior al 3.27% para que el desempleo comience a reducirse (Dornbusch et al., 2008). Por debajo de este umbral, el desempleo tiende a aumentar. Refleja el crecimiento necesario para absorber el aumento de la fuerza laboral y ganancias de productividad. El valor de la R^2 significa que casi el 60% de la variabilidad en el cambio del desempleo es explicada por el crecimiento económico.

Conclusiones

La Ley de Okun sigue siendo una herramienta útil para entender y comprobar la relación entre crecimiento y desempleo en Estados Unidos, aunque su validez puede verse afectada en periodos de crisis estructurales o shocks externos. Los datos confirman que, en general, un mayor crecimiento del PIB se asocia con reducciones en el desempleo, pero la magnitud de esta relación varía según el contexto económico e institucional.

Literatura citada

(BEA), (Bureau of Economic Analysis). (2026). Gross Domestic Product. Principal Federal Economic Indicators. https://www.bea.gov/

(BLS), (U.S. Bureau of Labor Statistics). (2026). Unemployment Rate. Reports. https://www.bls.gov/

Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. (2008). Macroeconomía (Décima edi). McGraw Hill.

Mankiw, N. G. (2014). Macroeconomía (8va ed.). Antoni Bosh editors, S.A.

Rodríguez Benavides, D., Muller Durán, N., & Perrotini Hernández, I. (2022). Desempleo y Producto en México , Estados Unidos y Canadá: Una relación no lineal. *Análisis Económico*, *XXXVII*(95), 5–25.

MAPEO DE ACTORES A NIVEL NACIONAL DE ESTEVIA

Italibi Flores-Rivas[1*]; Fernando Cervantes-Escoto[1]; José Alfredo Cesin-Vargas[2]; Myriam Leticia Sagarnaga-Villegas[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo – CIESTAAM, km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México.
[2]Universidad Nacional Autónoma de México – Av. Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 04510,
Ciudad de México.
* italibi.flores@ciestaam.edu.mx

Introducción

La estevia de la familia *Asteraceae*, es una especie originaria de la cordillera de Amambay ubicada entre el sur de Brasil y el norte de Paraguay. En donde es usada como edulcorante y como planta medicinal por los guaraníes (Lozano-Contreras 2022). Actualmente, es un cultivo endulzante natural que no tiene calorías, por lo que representa beneficios adicionales al no causar efectos negativos en la salud humana. En México la producción y los actores involucrados en el cultivo de estevia se encuentran principalmente en los estados del sur del país. El Mapeo de Grandes Actores (MGA) permite identificar roles, relaciones y acciones colaborativas de grupos que intervienen de manera estratégica en la cadena productiva. En términos de Redes de Innovación, un gran actor es definido como una entidad, empresa, persona o institución que desempeña un papel relevante al afectar con sus decisiones, recursos u opiniones a un sector o a toda la red. Estos actores suelen ser empresas o instituciones, aunque en ocasiones es posible localizar a productores líderes que presentan niveles de capitalización superiores a la media regional. (Rendón-Medel, R., 2021). El objetivo de la presente investigación fue realizar un mapeo de grandes actores de la red de valor de estevia, e identificar los actores principales en la toma de decisiones.

Materiales y métodos

Para el mapeo de grandes actores de la red de valor de estevia se empleó la herramienta *Gephi*, un software diseñado para la visualización y análisis de redes, facilitando la identificación de patrones y tendencias de una base de datos, la cual representa gráficamente las relaciones entre los elementos (nodos) y sus conexiones (aristas), permitiendo analizar patrones, comunidades, jerarquías y flujos de información (Mejía Salazar, 2023). Se entrevistaron de manera remota a 6 actores clave que influyen en la toma decisiones de la producción de estevia a nivel nacional, abarcando los estados de Chiapas, México, Michoacán, Tabasco y Quintana Roo. Los actores entrevistados fueron productores, empresas comercializadoras, Ingenieros Agrónomos, el Presidente de la Federación Americana de estevia y el Consejo Mexicano de estevia. Los datos se recabaron en los meses de octubre y noviembre del 2025. Se obtuvo información relacionada con actores de mayor influencia en la toma de decisiones, referidos o consultados y aquellos existentes actualmente en la red.

Resultados y discusión

Las entrevistas realizadas arrojaron un listado de 98 actores en la red, entre los cuales destacan empresas privadas, productores, gobierno federal, Ingenieros agrónomos, Universidades de Enseñanza e Investigación tal como Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y personal de la Secretaria de Salud, entre otros. Las interacciones en este grupo han ocurrido por lo menos en una ocasión, y son esporádicas y segmentadas.

Figura 1. Red de actores referidos en la cadena de producción de estevia

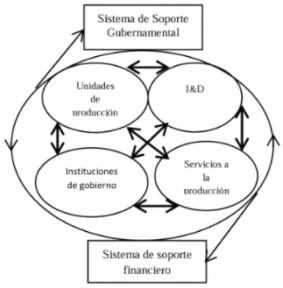


Figura 2. Red Arquetipo del sistema Especifico de innovación (Diaz-Oscar, J. (2013)

Con este análisis se obtuvo una visión integral de su vinculación con el entorno y las interacciones entre cada nodo, así como las áreas de oportunidad para una gestión adecuada. El resultado obtenido de estas entrevistas en comparación con la red arquetipo (Figura 2) muestra la importancia de que todos los sectores: financiero, gobierno, unidades de producción y servicios, estén articulados en la cadena de suministro de cualquier producto, para poder llegar de mejor manera a los consumidores. En el caso de la red de estevia, aún faltan algunos eslabones de la cadena para tener un mejor engranaje de la misma. Los actores que sobresalieron en el Mapeo fueron el Presidente de la Federación Americana de Estevia, el Consejo Mexicano de Estevia y un Productor del estado de Chiapas quien es eslabón y conector entre toda la red. La característica de ellos es que son recolectores de información.

Conclusiones

El mapeo de grandes actores de la red de valor de la estevia en México permitió identificar la estructura, dinámica e interacciones existentes dentro del sistema productivo a nivel nacional. A partir de este análisis, se determinó que, aunque existen 98 actores vinculados, las relaciones evidencian una red con bajo nivel de articulación sistémica. El estudio resalta la necesidad de fortalecer los vínculos de colaboración, fomentar relaciones permanentes y estructuradas entre los actores, y promover estrategias de articulación que permitan consolidar una red de innovación más integrada, eficiente y competitiva para el sector de la estevia en México.

Literatura citada

Lozano-Contreras, M.G., Ramírez-Jaramillo G. (2022). Estevia, una alternativa dulce y saludable.http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ ISSN: 2395-8790

Mejía-Salazar, J. V. (2023) Análisis de redes de comunicación GEPHI. Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Informático Quito.

Rendón-Medel, R. (2021). Fundamentación y lineamientos para la identificación de redes de innovación en el sector Rural. Colombia: Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya, FENALCE. México: Universidad Autónoma Chapingo, UACh. CIESTAAM. ISBN: 978-958-53185-3-3 / ISBN DIGITAL: 978-958-53185-4-0

Diaz-Oscar, J. (2013) Sistemas Específicos de innovación: El caso del cacao en el Soconusco Chiapas, Tesis Doctorado en problemas económico-Agroindustriales. Universidad Autónoma Chapingo.

INVISIBILIZACIÓN Y PRECARIZACIÓN DEL TRABAJO FEMENINO EN LAS ZONAS CAFETALERAS DE BUENAVISTA, TLAPACOYAN, VERACRUZ

Georgina Rodríguez-Méndez 1*; Lucio Noriero-Escalante 2; Cristóbal Santos-Cervantes 3
Posgrado en Desarrollo Rural Regional. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. México
* ginarodriguezmendez@hotmail.com

Introducción

¿Cómo se valora el trabajo que no se ve? Es una pregunta difícil de responder y que atañe principalmente a la labor de las mujeres. El texto se construye desde la perspectiva de género y las relaciones de poder. El objetivo es demostrar las desigualdades de género atravesadas por las relaciones de poder que viven las cortadoras de café a lo largo de su vida en especial, durante la cosecha, como una extensión de aquellas signadas por el género.

El trabajo doméstico y de cuidado llegan a ser vistos como propios del ser mujer, en especial en las áreas rurales; para Casados (2003:37) "…el espacio doméstico contiene en sí a la familia, pero son las mujeres los sujetos más identificados y asociados a él ", donde lleva a cabo labores invisibilizadas que la privan de su autonomía y percepción de sí mismas como sujetos con derecho a la libertad de decidir su destino. Este espacio se amplía del traspatio a la finca, lo que significa que desarrolla actividades agropecuarias diversas que limitan aún más su desarrollo en otras áreas y "reducen el tiempo, para educación, el descanso y las actividades personales afectando el bienestar general" (Instituto Nacional de las Mujeres, 2024:2). "La invisibilidad de las labores de cuidados se refleja en la estadística económica, que las trata como amas de casa, estableciéndose como sinónimo de población económicamente inactiva" (Vera 2021:20) de esta forma este trabajo no es reconocido, ni remunerado. INEGI (2020) reporta que 14.1 millones de mujeres viven y desempeñan diversas actividades de impacto económico tanto en la producción y procesamiento de alimentos como en los trabajos domésticos y de cuidados; 8.1 millones viven en pobreza debido a que no tiene un ingreso propio y son dependientes de los esposos, de los padres o de los hijos mayores. Sin embargo, el 16% de los hogares están encabezados por ellas quienes reportan un ingreso promedio mensual de alrededor de los $8,000.00 (Instituto nacional de las Mujeres, 2024:1) ingreso que en las condiciones económicas actuales es insuficiente para cubrir el costo de la canasta básica mensual estimada en $11,290.80 (CONEVAL, 2024).

Materiales y métodos

Esta es una investigación etnográfica. Se parte de un análisis estadístico de las condiciones económicas, sociales y patrimoniales a nivel general para dar cuenta de estas asimetrías y de historias de vida de seis mujeres que tienen en común ser cortadoras de café.

La categoría de género se considera política, en su definición se conjugan aspectos y roles que afectan a hombres y mujeres en su desarrollo biográfico. Para Montecinos et al. (2024:3) es la categoría que agrupa todos los aspectos psicológicos, sociales y culturales propios de las mujeres (feminidad) y propios de los hombres (masculinidad), producto de un proceso histórico de construcción social. Es decir, las mujeres deben por el hecho de ser mujeres asumir las labores de casa, jugar con muñecas, entre otras cosas y por antonomasia los hombres, deben ser fuertes, son los que mandan y, por tanto, se les debe obedecer.

Butler (2015:12) entiende el poder como algo que también define al sujeto "que le proporciona la misma condición de su existencia y la trayectoria de su deseo… no es algo a lo que nos oponemos… si no que es algo a lo que dependemos para nuestra existencia" es algo con lo que nacemos y crecemos y eventualmente ejercemos sobre el otro.

Resultados y discusión

El reparto agrario reforzó el modelo de la familia patriarcal. En la primera publicación de la Ley Agraria en 1915 se consideró que las unidades domésticas estaban encabezadas por un hombre, como resultado menos del 30% de la propiedad social y privada pertenece a mujeres. La falta de seguridad en materia de propiedad o tenencia de la tierra les impide acceder a apoyos públicos y a la toma de decisiones. Por ejemplo, en trabajo de campo se realizó un acercamiento a los bienes patrimoniales y únicamente una de las mujeres participantes tiene escrituras de la casa a su nombre, las otras no poseen ni predios ni casas. Cuando trabajan en “lo propio”, como dicen coloquialmente, es porque laboran en las huertas familiares que se encuentran a nombre de los esposos o el papá. Incluso cuando una mujer logra la posesión de la tierra, las estructuras de poder institucionalizadas y sociales pueden negarle el control real sobre el activo. Este mensaje institucional refuerza el papel de desigualdad de la mujer, aceptando su trabajo doméstico y de cuidados como un destino biológico inevitable.

La falta de posesión legal de la tierra tiene un impacto crítico en la autonomía de las campesinas, limitando su capacidad de decisión y poniéndolas en riesgo porque no tienen opciones en situaciones de opresión y violencia, En el municipio el 47% de los delitos denunciados afectan directamente a las mujeres, y el 98% de los agresores son sus parejas.

La cosecha del café representa la posibilidad de que este grupo de mujeres tengan un ingreso propio cuando son contratadas y aunque sea mínimo fortaleciendo su poder de decisión, además proporciona una forma de creación de independencia, aunque sea por unos meses de ahí que las mujeres que cortan café buscan alternativas en la cotidianidad para allegarse de ingresos durante el resto del año, es decir toman conciencia política de sí mismas y de su papel en el mundo. Los ingresos durante las cosechas de café suelen tener altibajos motivo por el cual surgen fricciones. Cuando las mujeres salen a cortar deben tener resueltas las necesidades familiares (alimentación, aseo, lavado de ropa, cuidado infantil; etcétera) sólo así es permisible su salida del hogar.

Conclusiones

Se concluyó que las cortadoras de café se encuentran en una situación de vulnerabilidad y precariedad debido a que la cultura machista y patriarcal existente ha permeado en su subjetividad naturalizando las condiciones en las que se desarrolla la vida cotidiana.

Las desigualdades institucionales tienen implicaciones profundas y directas en la autonomía y la posesión de tierra de las campesinas, ya que las estructuras estatales han actuado históricamente para reforzar el modelo patriarcal, lo que resulta en la dependencia económica y la vulnerabilidad patrimonial.

A pesar de ello son capaces generar agencia que se manifiesta en la creación de redes de apoyo y en vivir una vida con goce. Además, propician la forma en que sus hijas e hijos salgan de la comunidad para tener una trayectoria de vida distinta donde su esfuerzo sea reconocido social y económicamente.

Literatura citada

Butler, J. (2015). Mecanismos psíquicos del poder. Teorías sobre la sujeción. Madrid, España. Universidad de Valencia.

Casados, E. (2003). Crecer como mujeres. Ciudadanía rural en Veracruz. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Pp. 222

Instituto Nacional de las Mujeres INMUJERES. (2024). Desigualdad en cifras. Boletín No. 3

Vera Castillo, Y. B. (2021). Mujeres por el acceso a la tierra. Aproximaciones a los retos que enfrentan en el ejercicio pleno de sus derechos agrarios. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano SEDATU. Número de Registro Digital 2023883. PP. 61

EVALUACIÓN DEL MODELO DE EXTENSIONISMO DE PRODUCTOR A PRODUCTOR COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN DE INNOVACIÓN RURAL.

David Corro Contreras[1*]; Santoyo-Cortés, V. H.[1]; Fernando Nava Sandoval[2]

[1]Universidad Autónoma Chapingo – CIESTAAM, km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México.
[2] FIRA, Carretera a Pátzcuaro No. 8555, Col. Exhacienda San José de La Huerta, Morelia. 58342, Michoacán.
* david.corro@ciestaam.edu.mx

Introducción

La adopción de innovaciones tecnológicas y organizativas continúa siendo un reto central del desarrollo rural, particularmente en contextos donde los modelos tradicionales de extensión agrícola han mostrado limitaciones para generar procesos sostenidos de aprendizaje y adopción en los productores. En América Latina, estas dificultades han impulsado el desarrollo de modelos de vinculación orientados a dinamizar procesos de innovación agropecuaria mediante la interacción entre actores territoriales (Rodríguez-Espinosa et al., 2020).
En este marco, el Modelo de Extensionismo de Productor a Productor (MEPP) se plantea como una estrategia basada en el aprendizaje entre pares, que promueve la transferencia horizontal del conocimiento y la gestión colectiva de la innovación. Desde la perspectiva de redes de innovación, se reconoce que la estructura de relaciones entre actores influye en el acceso a información y la adopción de nuevas prácticas productivas (Rendón-Medel, 2017). El objetivo de este estudio es evaluar el desempeño del MEPP como instrumento de gestión de la innovación rural, analizando su estructura relacional y los patrones de adopción entre productores.

Materiales y métodos

El estudio colectó información de 30 productores de maíz participantes en el MEPP implementado por el Centro de Desarrollo Tecnológico Salvador Lira López de FIRA, ubicado en Morelia, Michoacán. Las encuestas se aplicaron mediante entrevistas presenciales a productores y actores técnicos vinculados al modelo.
El instrumento de recolección de información capturó tres dimensiones: i) caracterización del productor; ii) estructura de relaciones técnicas, sociales y de confianza; y iii) variables asociadas a la adopción de innovaciones y al desempeño productivo. Con esta información se construyeron matrices de relaciones técnicas, las cuales fueron analizadas mediante análisis de redes sociales utilizando el software Gephi, calculando métricas de centralidad y patrones de interacción (Borgatti et al., 2018).
Asimismo, se realizó un análisis estadístico descriptivo para explorar la relación entre la posición de los productores en la red y el número de innovaciones adoptadas, desde la perspectiva de redes de innovación (Rendón-Medel, 2017).

Resultados y discusión

Los resultados muestran una relación positiva entre la estructura relacional del MEPP y la adopción de innovaciones: los productores con mayor centralidad en la red registran más innovaciones adoptadas y mejores indicadores de desempeño productivo, destacando nodos como (**PE18 y PE7**) como actores estratégicos para la transferencia de conocimiento. El análisis de la red indica que, aunque el MEPP impulsa la transferencia horizontal, los nodos institucionales del CDT y del propio modelo aún ocupan posiciones relevantes, lo que sugiere que la dinámica mantiene componentes verticales y que la horizontalidad entre productores se encuentra en consolidación. No obstante, se observa la emergencia de liderazgos locales entre productores innovadores identificados en el MEPP (PE) y nuevos productores incorporados al proceso (AX), destacando nodos como PE18, AX02, AX09 y AX16. Este comportamiento se acompaña de una

difusión progresiva del conocimiento entre actores del territorio, del fortalecimiento de las conexiones entre pares y de una mayor participación de productores previamente considerados “no innovadores”, lo que apunta a una red más cohesionada y con menor dependencia de la estructura institucional. Estos hallazgos muestran que la dinámica relacional promovida por el MEPP se asocia con procesos de aprendizaje colectivo y adopción de innovaciones en el territorio (Aguilar-Gallegos et al., 2021).

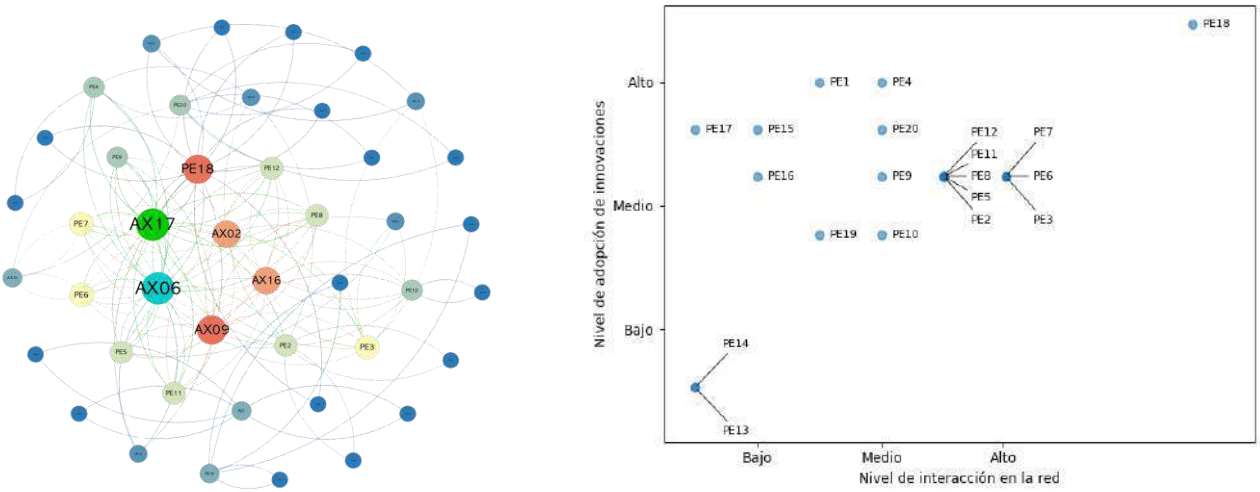


Figura 1. Relación entre el número de innovaciones adoptadas y el nivel de interacción en la red de productores participantes en el MEPP.

Conclusiones

Los resultados indican que la posición relacional de los productores dentro de la red influye de manera significativa en su comportamiento innovador. No obstante, el desempeño del modelo depende de la consolidación de una arquitectura de red más equilibrada, la cual permita fortalecer la emergencia de liderazgos territoriales y reducir la dependencia de los actores institucionales. En conjunto, el análisis sugiere que el MEPP contribuye al fortalecimiento de procesos de extensión agrícola orientados al desarrollo rural, particularmente en contextos donde se promueven interacciones horizontales y relaciones de confianza entre productores.

Literatura citada

Aguilar-Gallegos, N., Klerkx, L., Romero-García, L. E., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Ávila, J. (2021). Social network analysis of spreading and exchanging information in agricultural systems. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 27(3), 279–299.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing social networks*. SAGE Publications.

Rendón-Medel, R. (2017). Redes de innovación para el desarrollo rural. Universidad Autónoma Chapingo.

Rodríguez-Espinosa, H., Pérez, R.E, & Aguilar-Ávila, J. (coords.). (2020). Modelos de vinculación universitaria para dinamizar procesos de innovación agropecuaria. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.

¿HA MUERTO LA CURVA DE PHILLIPS? CONTRASTE ENTRE MÉXICO Y SUIZA

Pablo Felipe Cabrera García[1]; Itzel Yessenia Valdez Cornejo; Dixia Diana Vega Valdivia; Diana Rosa Miguel Dávalos; Bonifacio Gaona Ponce; Rolando Javier Robledo Arroyo

[1]Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. CP 56230.
* al25620193@chapingo.mx

Introducción

La Curva de Phillips, formulada por A. W. Phillips en 1958, ha sido uno de los pilares del análisis macroeconómico al proponer una relación inversa entre inflación y desempleo en el corto plazo. No obstante, los cambios estructurales en las economías, la globalización, la credibilidad de los bancos centrales y la formación de expectativas han llevado a cuestionar la vigencia de este trade-off tradicional (Friedman, 1968; Mankiw, 2014). En este contexto, el presente artículo, examina empíricamente la estabilidad y relevancia contemporánea de esta relación durante el periodo 1991–2024. A partir del análisis comparado de dos economías con estructuras productivas, niveles de desarrollo y regímenes monetarios distintos, se evalúa si el vínculo inflación-desempleo mantiene poder explicativo en escenarios de crisis, reformas estructurales y estabilidad macroeconómica, así como sus implicaciones para la política económica.

Materiales y métodos

Para el análisis de comportamiento entre el desempleo e inflación de ambos países, se consideró como eje principal, la definición de la curva de Phillips, la cual expresa una relación inversa entre la tasa de desempleo y el ritmo al que aumentan los salarios en efectivo; también definida como: $g_w = -\varepsilon(u - u^*)$ (Dornbusch, 2009). Posteriormente, para comprobar la relación y la validez de la curva de Phillips en México y Suiza, se utilizaron datos anuales de la tasa de desempleo y de la tasa de inflación durante el período comprendido de 1991 a 2024, los cuales fueron obtenidos de World Bank Group. Con los datos recabados y organizados, se realizaron las dos primeras gráficas (Figura 1 y Figura 2) en las que se muestran que efectivamente existe una relación inversa en ambos países, entre desempleo e inflación. Por ejemplo, en México para el año 1995 existe una tasa de inflación de 34.99 y una tasa de desempleo de 6.88. En el caso de Suiza, el comportamiento es más claro, ya que históricamente ha mantenido una tasa de inflación controlada e incluso negativa, mientras que la tasa de desempleo se ha mantenido alta.

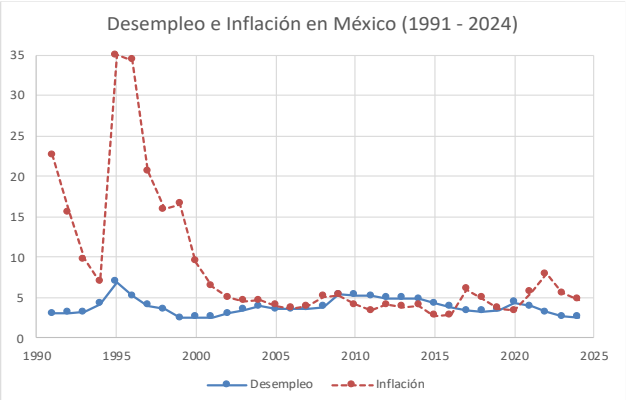


Figura 1. Tasa de desempleo y tasa de inflación en México de 1991 a 2024
Fuente: Elaboración propia, con datos de World Bank Group, 2026.

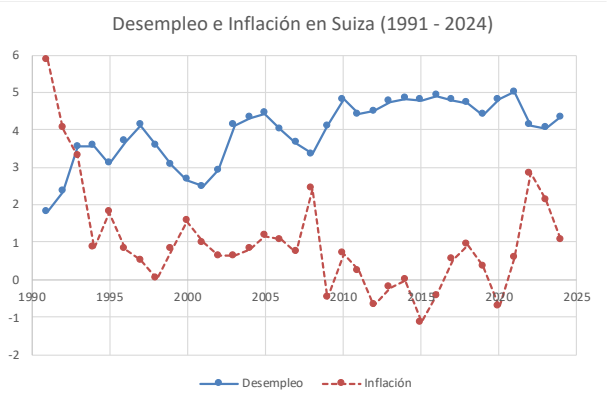


Figura 2. Tasa de desempleo y tasa de inflación en Suiza de 1991 a 2024
Fuente: Elaboración propia, con datos de World Bank Group, 2026.

En las siguientes gráficas (Figura 3 y Figura 4) se muestra de manera empírica la relación inversa que existe entre el desempleo y la inflación, específicamente para México y Suiza, demostrando así, la validez de la curva de Phillips y sobre todo, su importancia para la toma de decisiones económicas de un país desarrollado como Suiza o en vías de desarrollo como México.

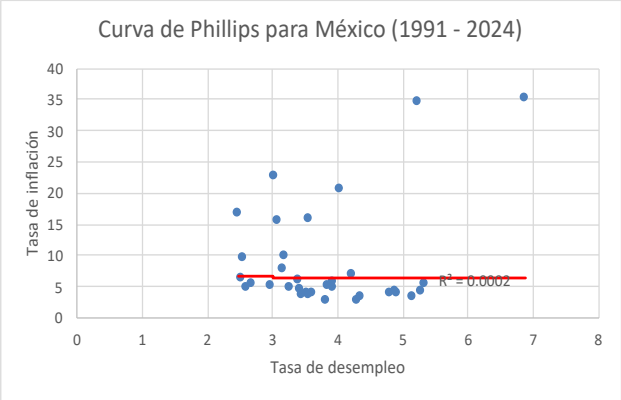


Figura 3. Curva de Phillips para México de 1991 a 2024
Fuente: Elaboración propia, con datos de World Bank Group, 2026.

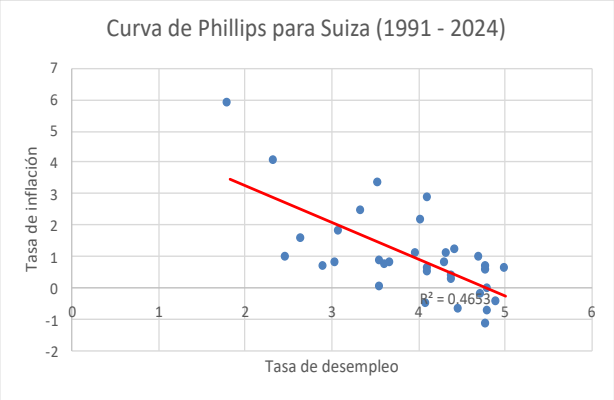


Figura 4. Curva de Phillips para Suiza de 1991 a 2024
Fuente: Elaboración propia, con datos de World Bank Group, 2026.

Resultados y discusión

Para México, la relación entre inflación y desempleo presenta episodios que sugieren un trade-off parcial, especialmente en la década de los noventa, cuando el fuerte aumento inflacionario de 1995–1996 coincidió con un incremento significativo del desempleo. Posteriormente, entre 2000 y 2016 se observa una moderación de la inflación acompañada de niveles de desempleo relativamente estables. En contraste, Suiza presenta un entorno de baja inflación estructural, incluso con episodios deflacionarios, mientras el desempleo se mantiene en rangos acotados entre 3% y 5%. En ambos casos, los resultados sugieren que la Curva de Phillips se mantiene vigente, pero sí pierde capacidad explicativa en el largo plazo. Factores como la credibilidad monetaria, expectativas ancladas y choques externos parecen haber reducido la intensidad del vínculo inflación-desempleo. Así, la evidencia comparada apunta más hacia una transformación que hacia la muerte definitiva de la Curva de Phillips.

Conclusiones

El análisis comparativo evidencia que la Curva de Phillips mantiene validez, pero está condicionada al contexto macroeconómico de cada país. En México, la relación parece más visible en periodos de alta volatilidad, mientras que en Suiza se observa un claro aplanamiento estructural. La estabilidad institucional y la credibilidad monetaria influyen significativamente en la dinámica inflación-desempleo. Por tanto, más que desaparecer, la Curva de Phillips ha evolucionado hacia una relación más compleja y dependiente de expectativas.

Literatura citada

Friedman, M. (1968). The role of monetary policy. American Economic Review, 58(1), 1–17.
Mankiw, N. G. (2014). Macroeconomics (8th ed.). Worth Publishers.
Phillips, A. W. (1958). The relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861–1957. Economica, 25(100), 283–299.
World Bank Group. (2024). México – Suiza. Indicadores del Desarrollo Mundial.
Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. (2008). Macroeconomía (Décima edi). McGraw Hill.

ATRIBUTOS DE LOS SERVICIOS DE MICROCRÉDITOS QUE VALORAN SUS USUARIOS. PAUTAS PARA LA INNOVACIÓN: EL CASO DE ABUNDANCIA FINANCIERA

García–Pablo, Santiago[1*]; Altamirano-Cárdenas J. Reyes[1];
[1]CIESTAAM – Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México – Texcoco 56230 Chapingo, México.
* santiago.garcia@ciestaam.edu.mx

Introducción

El microcrédito es un instrumento financiero orientado a personas, principalmente mujeres, de bajos recursos y/o en estado de marginación que comparten características que les dificultan el acceso al financiamiento a través de los medios tradicionales; entre las principales características se tiene que, no hay una fuente de ingresos demostrable o bien garantías que soporten el respaldo del financiamiento otorgado. El destino del financiamiento va al desarrollo de micronegocios, a la promoción de actividades productivas, artesanales, comerciales, de servicios, consumo y vivienda. El microcrédito debe su nombre al monto máximo que se puede financiar, mismo que será de 30 mil Unidades de Inversión (CONDUSEF); este financiamiento puede ser de forma individual o de forma grupal, es decir a través de un conjunto de personas que se unen y avalan entre sí como deudores solidarios, con un plazo de financiamiento no mayor a un año. Acorde a la red de ProDesarrollo que agrupa a 54 instituciones de microfinanzas (Benchmarking 2023) la cantidad de personas acreditadas disminuyó en un 21.36% del 2do trimestre de 2017 al 2do trimestre del 2023. Esto sugiere la necesidad de rediseñar productos con mayor ajuste a las preferencias reales de la clientela, por lo que el objetivo de la presente investigación fue analizar la red de afiliación de clientes de Abundancia Financiera a fin de identificar por segmentos de clientes acorde a edad, las características mejor valoradas que permitan innovar el producto que ofertan las microfinancieras.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio de alcance exploratorio, usando la metodología de análisis de redes de afiliación propuesta por Borgatti-S.P, y Halgin, D.S (2011). El trabajo de campo se llevó a cabo en octubre de 2025 con 13 clientes de Abundancia Financiera, en el municipio de Apizaco, Tlaxcala. La información se levantó por encuesta (Google Forms) y se procesó con Excel, Ucinet y Gephi para construir relaciones entre segmentos de edad y atributos de valor del producto. Los segmentos de análisis fueron: 18 - 34 años; 35 - 44 años y 45 años o más. Los atributos evaluados se agruparon en tres dimensiones: a) tipo de crédito preferido (Individual o grupal); b) tipo de atención preferida (presencial, digital o mixta); y c) atributo más valorado (entrega rápida, continuidad del financiamiento, atención personalizada, poder seleccionar el plazo, que se otorgue el monto solicitado y tasa de interés baja).

Resultados y discusión

El rango de edad más representativos donde se encuentran la mayoría de los clientes encuestados de Abundancia Financiera es de 35 a 44 años con el 38.50%, seguido del rango de 18 a 34 años con el 30.75%, y en proporción similar el rango de 45 años o más con un 30.75% (Figura1). En términos de propuesta de valor, el atributo más valorado por los tres segmentos fue la tasa de interés baja (Figura 2), lo cual tiene sentido ya que la industria de microcrédito se caracteriza por tasas altas de interés que buscan mitigar el riesgo para las entidades de microfinanzas. El rango de edad más representativo de 35 a 44 años prefiere créditos individuales (Figura 3) y una atención personalizada - presencial (Figura 4); esto es revelador, ya que se

esperaría que al requerir crédito individual se buscará un menor contacto presencial, esto puede deberse a que segmento de mercado al cuál va dirigido el sector de las microfinanzas tiene un nivel educativo bajo o básico.

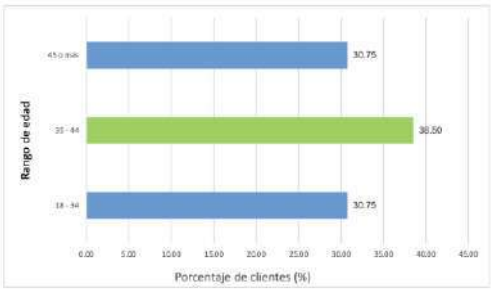


Figura 1: Segmento de clientes según rango de edad

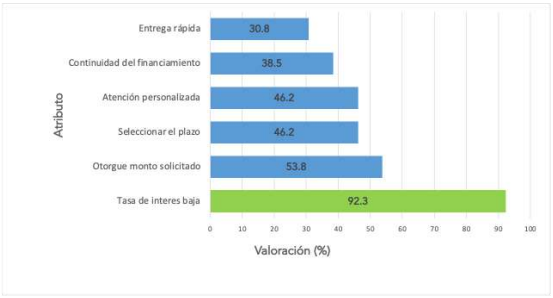


Figura 2: Valoración por atributo

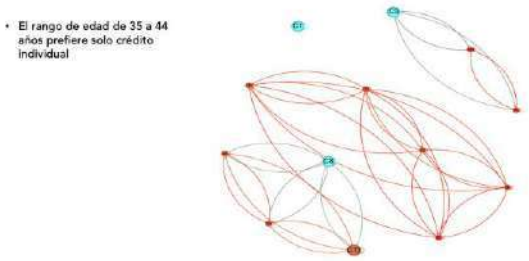


Figura 3: Afiliación por atributo: Tipo de crédito

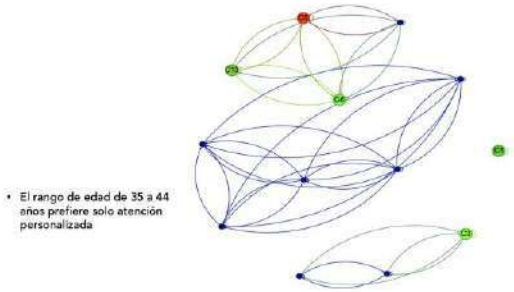


Figura 4: Afiliación por atributo: Tipo de atención preferido

Conclusiones

El análisis de afiliación permitió identificar atributos con mayor valor percibido para la innovación del microcrédito en el caso de Abundancia Financiera. El principal hallazgo fue la preferencia transversal por tasas de interés bajas y, para el segmento de 35 – 44 años, la combinación de crédito individual con atención presencial personalizada.

Entre las implicaciones prácticas, el rediseño de productos debe priorizar una estrategia de tasa competitiva y una segmentación que privilegie la atención personalizada. En microfinanzas, el componente de relación con los clientes sigue siendo determinante para colocación y retención en segmentos específicos.

Literatura citada

Borgatti, S.P & Halgin, D.S (2011). Analyzing Affiliation Networks. In The SAGE Handbook of Social Network Analysis (pp. 417-433).

Oscar Rosado Jiménez, Comisión Nacional para la protección y defensa de los Usuarios de servicios financieros. CONDUSEF. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463940/Microcreditos.pdf

ProDesarrollo, Finanzas & Microempresa, A.C (2023), Benchmarking: un informe de las microfinanzas en México.

VALOR ESPECTRAL Y PERSISTENCIA HISTÓRICA: UNA EXTENSIÓN MICROECONÓMICA DEL MODELO OFERTA–DEMANDA

Rolando Javier Robledo-Arroyo[1*]; Ignacio Caamal Cauich; Bonifacio Gaona Ponce; Pablo Felipe Cabrera García
Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. km. 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. CP 56230.
* rolandojavierrobledo@gmail.com

Introducción

La teoría microeconómica estándar modela el mercado como un sistema de equilibrio determinado por la interacción entre oferta y demanda bajo preferencias dadas y tecnología exógena. En su formulación dinámica moderna, el equilibrio se representa mediante procesos markovianos donde el estado actual resume toda la información relevante para su evolución futura (Stokey & Lucas, 1989). Bajo esta estructura, el precio funciona como estadístico suficiente del valor, y la historia solo influye en la medida en que esté incorporada en el vector de estado.
Sin embargo, evidencia reciente en economía conductual y dinámica económica sugiere que la valoración económica depende de experiencias acumuladas, marcos de referencia y trayectorias previas (Kahneman et al., 1993; Arthur, 1989). En particular, la persistencia de lealtad intertemporal, rigideces de demanda y fenómenos de *lock-in* tecnológico indican que el estado contemporáneo puede ser insuficiente para describir la dinámica del mercado.
El problema central de este estudio es determinar si el modelo microeconómico estándar define un espacio de estados incompleto al omitir una variable dinámica que capture la acumulación evaluativa de experiencias pasadas. El objetivo es proponer y formalizar una extensión microeconómica del modelo oferta–demanda mediante la introducción de una variable de estado denominada valor espectral, y analizar sus implicaciones para la invariancia del equilibrio competitivo frente a trayectorias históricas. Este trabajo propone una reformulación conceptual del valor que integra memoria, experiencia y persistencia histórica dentro de un marco formal compatible con teoría recursiva.

Materiales y métodos

El estudio es de naturaleza teórica-formal. Se desarrolló un modelo microeconómico dinámico en tiempo discreto con agentes racionales representativos. La metodología consistió en:

1. Definir un modelo estándar de demanda dinámica $D_t = f(P_t, Y_t)$.
2. Ampliar el vector de estado incorporando una variable dinámica $E_t$que evoluciona según:
$$E_t = \rho E_{t-1} + \gamma(U_t - \mathbb{E}_{t-1}[U_t])$$
3. Reformular la función de demanda como: $D_t = f(P_t, Y_t, E_t)$
4. Analizar las propiedades de equilibrio bajo dos economías con idénticos fundamentos contemporáneos pero distinta trayectoria histórica de E_t.

El análisis se realizó mediante derivación analítica del equilibrio competitivo y comparación de estática comparativa dinámica. Se evaluó la condición de markovianidad restringida (en precios y cantidades observables) frente a markovianidad ampliada (incluyendo E_t). No se utilizaron datos empíricos; el estudio es puramente teórico.

Resultados y discusión

La introducción del valor espectral modifica la estructura del equilibrio competitivo. Se obtienen tres resultados principales:

1. No invariancia histórica del equilibrio:
   Dos economías con igual precio e ingreso actuales con distinta trayectoria acumulada de sorpresas de utilidad presentan funciones de demanda distintas, lo que implica que el equilibrio no es independiente de la historia.
2. Pérdida de suficiencia estadística del precio:
   El precio deja de resumir completamente la información relevante sobre la valoración, ya que parte de la disposición marginal a pagar depende del estado espectral acumulado.
3. Rigidez dinámica endógena:
   El modelo genera persistencia de demanda aun sin costos de ajuste explícitos, explicando fenómenos como lealtad intertemporal y lock-in consistente con la literatura de dependencia del camino (Arthur, 1989).

Estos resultados son coherentes con evidencia conductual sobre evaluación retrospectiva (Kahneman et al., 1993) y con la estructura formal de modelos recursivos (Stokey & Lucas, 1989), pero difieren en que el presente modelo identifica una variable de estado omitida en la formulación estándar del mercado competitivo. El análisis sugiere que la microeconomía tradicional no es incorrecta, sino incompleta en la definición del espacio de estados relevante.

Conclusiones

El estudio demuestra que la incorporación formal de una variable dinámica de memoria evaluativa —valor espectral— altera las propiedades del equilibrio competitivo. En presencia de este estado ampliado, el equilibrio no es invariante a la trayectoria histórica aun cuando los fundamentos contemporáneos sean idénticos. Asimismo, el precio deja de funcionar como estadístico suficiente del valor.
Estos resultados confirman que la especificación estándar del modelo oferta–demanda puede ser insuficiente para describir mercados donde la experiencia acumulada influye sistemáticamente en la valoración. La extensión propuesta mantiene compatibilidad con la estructura markoviana al ampliar el espacio de estados, contribuyendo así a la teoría económico-social mediante una reformulación dinámica del concepto de valor.

Literatura citada

Arthur, W. B. (1989). Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *The Economic Journal, 99*(394), 116–131.

Kahneman, D., Fredrickson, B. L., Schreiber, C. A., & Redelmeier, D. A. (1993). When more pain is preferred to less: Adding a better end. *Psychological Science, 4*(6), 401–405.

Stokey, N. L., & Lucas, R. E., Jr., with Prescott, E. C. (1989). Recursive methods in economic dynamics. Harvard University Press.

DINÁMICAS DE INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD EN EL CULTIVO DEL AGAVE: UN ENFOQUE BIBLIOMÉTRICO

Ana Daniela Espinoza-Serrano[1*]; Juan Antonio Leos-Rodriguez[1]; Victoria Pacheco-Almaraz[2]

[1]Centro Académico y de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). [2]División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
[*] anad.espinoza@ciestaam.edu.mx

Introducción

El cultivo del agave constituye la base productiva de una de las agroindustrias más representativas de México, particularmente por su vinculación con la cadena de valor del tequila. En las últimas décadas, el crecimiento sostenido de la demanda internacional del tequila ha impulsado una expansión significativa de la superficie cultivada y una intensificación de los sistemas de producción (Altieri, 2018), proceso que ha transformado la estructura productiva y territorial de las regiones agaveras. Este fenómeno genera beneficios económicos, pero también incrementa la presión sobre los recursos naturales y la estabilidad del mercado (Morales García et al., 2025). Por lo tanto, el objetivo es identificar los ejes temáticos en torno a la producción de tequila, mediante un análisis bibliométrico, para delimitar la frontera de conocimiento en torno al tema de interés.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión de literatura en repositorios indexados (Scopus, Web of Science y Google Scholar), considerando publicaciones del periodo 2010-2025. La ecuación de búsqueda se estructuró utilizando operadores booleanos AND y OR, de la siguiente manera: (“agave” AND “innovation”) AND (“sustainability” OR “precision agriculture” OR “technology adoption”). Después del proceso de depuración y eliminación de duplicados, el análisis final se realizó con 85 artículos científicos. El análisis se desarrolló mediante el software VOSviewer, aplicando el método de asociación de fuerza para la construcción de redes de co-currencia de palabras clave (van Eck & Waltman, 2017).

Resultados y discusión

La producción científica muestra una tendencia creciente durante la última década, con mayor dinamismo a partir de 2018 (Figura 1).

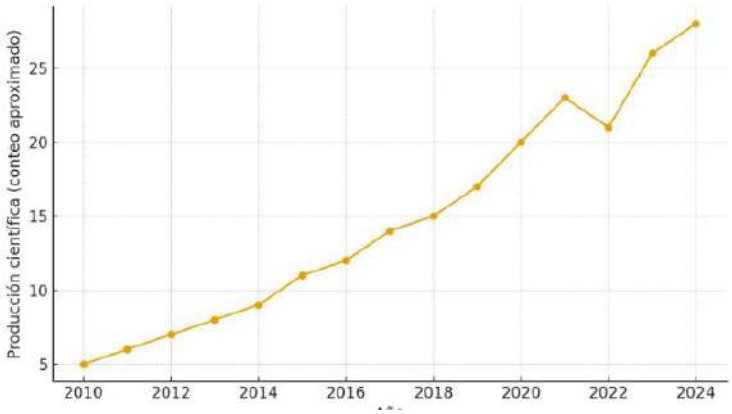


Figura 2. Evolución temporal de la producción científica.

Se identificaron cuatro clústeres principales sintetizados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clústeres temáticos identificados en la literatura sobre innovación en el cultivo del agave (2005-2025).

Clúster	Producción científica	Enfoque Central	Implicaciones
1	32	Manejo sostenible del suelo	Conservación ambiental y reducción de impactos del monocultivo (Altieri, 2018).
2	23	Innovación tecnológica	Agricultura de precisión y digitalización emergente (Warren-Vega et al., 2022).
3	17	Productividad agronómica	Optimización del rendimiento y mejora genética (Morales García et al., 2025)
4	13	Gestión eficiente de recursos	Valorización de residuos y sostenibilidad integral (Altieri, 2018).

La dimensión económica emergió del análisis de coocurrencia dentro del clúster 4 (Cuadro 1), evidenciando la vulnerabilidad del mercado ante fluctuaciones de precio y la necesidad de fortalecer la resiliencia del sistema productivo (Warren-Vega et al., 2022).

Conclusiones

Los hallazgos evidencian el predominio de investigaciones concentradas en el manejo sostenible del suelo (38%), seguido por estudios orientados a innovación tecnológica y digitalización emergente (27%). En menor proporción, se identifican trabajos centrados en productividad agronómica (20%) y gestión eficiente de recursos (15%). Las tendencias de investigación se relacionan específicamente con temas de fortalecimiento del sector agroindustrial del agave.

Literatura Citada

Altieri, M. A. (2018). Agroecology: The science of sustainable agriculture (3rd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780429495465

Morales García, A. S., García-Alcaraz, J. L., Blanco Fernández, J., & Martínez Cámara, E. (2025). Sustainability in Agave tequilana weber farming: A life cycle assessment. *Sustainable Development*, *33*(1), 823–835. https://doi.org/10.1002/sd.3146

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2017). Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics*, *111*(2), 1053–1070. https://doi.org/10.1007/s11192-017-2300-7

Warren-Vega, M, W., Aguilar-Hernández, D. E., Zarate-Guzmán, A. I. & Romero-Cano, L. A. (2022). Development of a Predictive Model for Agave Prices Employing Environmental, Economic, and Social Factors: Towards a Planned Supply Chain for Agave-Tequila Industry. Foods, 11(8), 1138. https://doi.org/10.3390/foods11081138

LA ANCESTRALIDAD EN EL CONOCIMIENTO Y MANEJO DE LAS TERRAZAS EN MESOAMÉRICA

Heriberto Lopez-Antonio[1*]; Artemio Cruz-León[2]; Jorge Luis Morett-Sánchez[1]; José Espino-Espinoza[3]
[1] Departamento de Sociología Rural. [2] Dirección de Centros Regionales Universitarios. [3] Centro Regional Universitario del ANÁHUAC. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco. Estado de México.
* heriberto.lopez16@outlook.com

Introducción

Las civilizaciones antiguas desarrollaron conocimientos y tecnologías que permitieron su sobrevivencia y evolución en el tiempo. El análisis histórico de estos procesos permite identificar momentos decisivos que transformaron la forma de vida humana. Una de estas transformaciones fue la domesticación de plantas y animales, hace aproximadamente diez mil años, lo que posibilitó la transición de sociedades nómadas, cazadoras y recolectoras hacia sociedades sedentarias. Posteriormente, el desarrollo del riego constituyó otro cambio tecnológico trascendental en la producción agrícola. Los registros más antiguos de sistemas de riego se ubican en Mesopotamia, con una antigüedad aproximada de 6 mil años. Esto dió origen a las civilizaciones, producto de una base material soportada en la producción primaria. En el caso de Mesoamérica, una de las contribuciones tecnológicas más importantes vinculadas al manejo del agua y a la conservación de los suelos, fueron las terrazas agrícolas, construidas en terrenos de ladera. En la Mixteca Alta de Oaxaca, se han documentado terrazas con antigüedad que corresponde al año 1,200 a.C. Asimismo, en la región Maya de la parte alta del río Usumacinta, existen evidencias de terrazas y campos canalizados, que corresponde al período clásico (años 250 a 900 d.C.). En los estados de Tlaxcala, Estado de México y la zona rural de la Ciudad de México, se registran terrazas prehispánicas asociadas a asentamientos agrícolas. El presente documento tiene como objetivo demostrar el carácter ancestral del conocimiento y manejo del agua en Mesoamérica, a través del estudio de las terrazas agrícolas prehispánicas, destacando su relevancia como contribución tecnológica asociada al riego agrícola y su contribución al patrimonio tecnológico mundial.

Materiales y métodos

La investigación se fundamenta en el enfoque conceptual y metodológico de la Tecnología Agrícola Tradicional (TAT) propuesta por Efraín Hernández Xolocotzi, perspectiva que analiza las tecnologías agrícolas desarrolladas históricamente por comunidades campesinas, como sistemas integrales de conocimiento. Este enfoque ha evolucionado hacia el campo de la Etnoagronomía por Cruz et al., (2021), que estudia los saberes agrícolas locales desde una perspectiva interdisciplinaria. Se incorpora la teoría del control cultural de Bonfil (1988), la cual permite analizar las terrazas agrícolas como expresiones de la cultura autónoma, en tanto que sus elementos técnicos, decisiones productivas y significados culturales, fueron generados y controlados por las sociedades mesoamericanas antes del periodo colonial. Metodológicamente, el trabajo se basa en revisión documental histórica, análisis arqueológico comparativo y estudios etnoagronómicos recientes sobre sistemas agrícolas de ladera.

Resultados y discusión

Desde la llegada del hombre al continente americano a través del estrecho de Bering, hace más de 25 mil años y hasta la actualidad, se han identificado procesos evolutivos que marcaron cambios sustanciales en la organización social y productiva. La primera gran revolución tecnológica fue la domesticación de plantas y el descubrimiento de la agricultura, hace aproximadamente 10 mil años, lo que permitió transitar hacia la sedentarización y el desarrollo

de una sociedad compleja. La segunda revolución agrícola se asocia con el uso del riego en civilizaciones hidráulicas como en Mesopotamia, alrededor de 4,000 a.C. En Mesoamérica, la construcción de terrazas agrícolas representa una innovación tecnológica de gran magnitud, adaptada a condiciones topográficas de ladera. En la Mixteca alta de Oaxaca, se han documentado más de 800 terrazas tipo lama-bordo, con antecedentes desde 1,200 a.C. (Pérez, 2006). En la región Maya, en la parte alta del río Usumacinta (Piedras Negras, Yaxchilán y en centros Mayas como Lacanjá Tzeltal) se han identificado correlaciones entre terrazas, campos acanalados y asentamientos humanos correspondiente al periodo clásico de los años 250 a 900 d.C., asociados a sistemas agrícolas diversificados (Horseman et al. 2024). A diferencia de otros contextos civilizatorios donde el riego se concentró en grandes infraestructuras hidráulicas, en Mesoamérica las terrazas constituyeron una estrategia de manejo integral del agua, control de erosión y conservación de fertilidad en laderas. Estas tecnologías integraron conocimiento topográfico, manejo de escurrimientos, la humedad del suelo y acumulación de sedimentos fértiles, configurando sistemas altamente adaptativos. De acuerdo a la periodicidad de este tipo de tecnología documentada por Horseman (2024) y Pérez (2006), se evidencia que las terrazas tienen una antigüedad que va desde 1,776 a 3,226 años; lo que demuestra la ancestralidad de este tipo de tecnología. Desde la perspectiva del control cultural (Bonfil, 1988), las terrazas pueden considerarse expresiones de la cultura autónoma, ya que fueron concebidas, desarrolladas y gestionadas por los pueblos originarios como patrimonio propio. En reconocimiento a este patrimonio tecnológico agrícola, el Gobierno de la Ciudad de México, declaró el 6 de junio de 2025 a las terrazas, como patrimonio biocultural de la Ciudad de México (Gaceta oficial de la Ciudad de México, 6 junio 2025).

Conclusiones

Las terrazas agrícolas representan una expresión tecnológica del conocimiento ancestral mesoamericano con más de tres mil años de antigüedad. Su diseño y manejo evidencian una profunda comprensión ecológica del territorio, particularmente en el control de la erosión, la conservación de humedad y la fertilidad del suelo. Estas tecnologías no solo permitieron la permanencia de las culturas mesoamericanas en entornos de ladera, sino que representan una contribución significativa al patrimonio biocultural agrícola mundial. Su estudio desde la etnoagronomía y la teoría del control cultural permite reconocerlas como sistemas tecnológicos propios, desarrollados de manera autónoma, con racionalidades distintas a las de la agricultura industrial moderna.

Literatura citada

Bonfil-Batalla, G. (1988). La Teoría del control cultural en el estudio de procesos étnicos. Anuario Antropológico/86. Editora Universidade de Brasília/Tempo Brasileiro.

Cruz León, A., Franco Gaona, A., & Cruz Aguilar, R. (2021). Desarrollo, Etnoagronomía y construcción de alternativas civilizatorias. En: A. Cruz León & A. Franco Gaona (Compiladores), Etnoagronomía. Utopías y alternativas al desarrollo (pp. 15-40). Universidad Autónoma Chapingo.

Horseman, G. Morell-Hart, S. Golden, C. & Scherer, A. (2024). Suitability Models of Ancient Maya Agriculture in the Upper Usumacinta River Basin of Mexico and Guatemala. Latin American Antiquity 35, 946–964. https://doi.org/10.1017/laq.2024.29.

México. Gaceta oficial de la Ciudad de México (2025). Decreto por el cual se declara Patrimonio Biocultural de la Ciudad de México a “Las Terrazas Agrícolas de las Zonas Cerriles de Xochimilco, Tláhuac, Milpa Alta e Iztapalapa”. 6 junio de 2025. Pag. 1-8.

Pérez, V. R. (2006). Sociedades complejas y paisajes agrícolas. Un estudio regional de asentamientos y terrazas en la Mixteca Alta, Oaxaca, México. Dept. Anthropology Northern Arizona University. Pags. 247-254.

ETNOAGRONOMÍA, DIÁLOGO DE SABERES Y DECOLONIALIDAD EN EL DESARROLLO RURAL

Artemio Cruz-León*
Posgrado en Desarrollo Rural Regional
Universidad Autónoma Chapingo
*etnoagronomia1@gmail.com

Introducción

La crisis ambiental, alimentaria y social contemporánea ha evidenciado los límites epistemológicos del paradigma agroindustrial moderno, sustentado en una racionalidad técnico-instrumental que fragmenta naturaleza y sociedad y subordina lo local a lo global. Desde América Latina, esta racionalidad ha sido analizada como expresión de la colonialidad del saber, al establecer jerarquías epistémicas que desvalorizan los conocimientos campesinos e indígenas frente a la ciencia occidental dominante (Quijano, 2000).

La Etnoagronomía se configura como un campo científico orientado al estudio sistemático de las tecnologías agrícolas tradicionales desde sus fundamentos históricos, culturales y territoriales (Cruz-León et al., 2015a). Estos sistemas tecnológicos han sido construidos mediante procesos prolongados de experimentación social y ecológica. Desde la filosofía de la liberación, Dussel (2015) plantea la necesidad de una transmodernidad que reubique la ciencia en diálogo con otras racionalidades históricas. En esta perspectiva, el diálogo de saberes constituye una estrategia metodológica central (Cruz-León et al., 2015b). El objetivo fue analizar las bases epistemológicas de la Etnoagronomía y valorar sus aportes en la construcción de alternativas al desarrollo rural en México.

Materiales y métodos

Se realizó análisis documental crítico de literatura publicada entre 2015 y 2024 sobre etnoagronomía y teoría decolonial. Se revisaron artículos arbitrados y libros académicos reconocidos, priorizando investigaciones empíricas desarrolladas en sistemas agroforestales y producción campesina de maíz.

El procedimiento incluyó identificación de categorías epistemológicas, análisis comparativo entre paradigma agroindustrial y enfoque etnoagronómico, y revisión de experiencias de investigación participativa donde se aplicó el diálogo de saberes (Cervantes-Herrera et al., 2015; Cruz-León et al., 2015b).

Resultados y discusión

Se identificaron tres fundamentos epistemológicos. El primero es la historicidad tecnológica, que reconoce la continuidad y transformación histórica de instrumentos y prácticas agrícolas (Cruz-León et al., 2015a). El segundo es la racionalidad campesina, orientada a seguridad alimentaria, diversificación productiva y reproducción social (Cervantes-Herrera et al., 2015). El tercero es la territorialidad biocultural, donde tecnología, cultura y ecosistema se articulan en sistemas complejos de manejo de biodiversidad (Cruz-León et al., 2015b).

Desde la teoría de la colonialidad del poder (Quijano, 2000), la subordinación histórica de estos saberes forma parte de una jerarquización epistémica estructural. La Etnoagronomía contribuye a descolonizar la agronomía al reconocer la validez científica de la tecnología tradicional y promover el diálogo horizontal entre investigadores y productores. En términos de Dussel (2015), implica abrir la disciplina hacia una racionalidad transmoderna donde múltiples epistemes dialogan sin subordinación ontológica.

Conclusiones

La Etnoagronomía constituye un campo científico con fundamentos epistemológicos sólidos que permiten reinterpretar la tecnología agrícola tradicional desde una perspectiva histórica y decolonial. El diálogo de saberes emerge como metodología central para la co-producción de conocimiento entre academia y comunidades rurales. La racionalidad campesina ofrece bases técnicas y culturales para construir alternativas al desarrollo rural sustentadas en diversidad biocultural y territorialidad.

Literatura citada

Cervantes-Herrera, J., Castellanos, J. A., Pérez-Fernández, Y., & Cruz-León, A. (2015). Tecnologías tradicionales en la agricultura y persistencia campesina en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2, 381–389.

Cruz-León, A., Cervantes-Herrera, J., Damián-Huato, M. A., Ramírez-Valverde, B., & Chávez-Segura, P. G. (2015a). Etnoagronomía, tecnología agrícola tradicional y desarrollo rural. *Revista de Geografía Agrícola*, 55, 75–89.

Cruz-León, A., Cervantes-Herrera, J., Ramírez-García, A. G., Sánchez-García, P., Damián-Huato, M. A., & Ramírez-Valverde, B. (2015b). La etnoagronomía en la construcción de propuestas de desarrollo rural para comunidades campesinas. *Ra Ximhai*, 11(5), 185–194.

Dussel, E. (2015). Filosofías del Sur: Descolonización y transmodernidad. Akal.

Quijano, A. (2000). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 164, 533–580.

GRAVES IMPLICACIONES PARA MÉXICO Y EL MEDIO RURAL POR EFECTO DE LA CRISIS MIGRATORIA INTERNACIONAL

Jorge Luis Morett Sánchez[1*]; María Guadalupe Mora Pizano[2]; Alma Rosa Mora Pizano[3]
Departamento de Sociología Rural[1.3] Departamento de Preparatoria Agrícola[2]. UACh. México.
* jorgemorett@yahoo.com.mx

Introducción

Esta investigación analiza la problemática e implicaciones que los desplazamientos humanos recientes han tenido para México y el medio rural del país, a raíz de la llamada "crisis migratoria internacional", misma que por su dimensión, gravedad, efectos sociales, económicos y geopolíticos, ha conmocionado a muchas regiones del mundo, cuando dos graves eventos detonaron esa crisis: la movilización en 2015, sin precedentes desde la Segunda Guerra Mundial, de una avalancha de refugiados en Europa, en tanto que, en América Latina estalló el éxodo de venezolanos y centroamericanos que pretendían llegar a Estados Unidos de América, vía México (OIM-ONU). En esta crisis, de 2014 a abril de 2025, 72 mil personas han muerto o desaparecido en las distintas rutas. (La Jornada, 2025). Actualmente, a pesar del endurecimiento de las políticas migratorias, especialmente las impulsadas por el gobierno de Trump, continúa la movilidad ilegal transfronteriza; se trata de grupos humanos que huyen de sus países de origen víctimas de la pobreza, el hambre, conflictos bélicos, violencia, catástrofes naturales y otros problemas en los que se mezclan historias de dolor y violaciones de derechos humanos.

Sabemos que 80% de la población desplazada sale de países afectados por condiciones de desnutrición e inseguridad alimentaria, con espacios rurales sometidos a la violencia y en los que se expulsa cada vez más gente debido a la falta de empleos, la disputa por los territorios y los recursos naturales. En México esta movilidad humana se ha vuelto un atractivo negocio para el crimen organizado, sea en las zonas de tránsito o de concentración de migrantes; mientras, los gobiernos ven en este fenómeno social "una amenaza que hay que detener y son incapaces de cumplir con sus obligaciones morales y legales de proporcionar asistencia y protección a personas en situación de vulnerabilidad." (OXFAM Internacional, 2022). En este contexto en México, con AMLO, hubo más de 400 mil migrantes detenidos en 2023. Actualmente. aunque solo una de cada 30 personas en el mundo no vive en el país donde nació, la condición de indocumentadas de muchas de ellas, y el rechazo y la xenofobia que enfrentan, representa uno de los dramas humanitarios más graves y complejos de la historia contemporánea, dadas las deportaciones, los cambios demográficos, sociales, económicos y los conflictos geopolíticos, que la acompañan.

Materiales y métodos

Se trata de una investigación de "coyuntura", a través de, principalmente fuentes documentales, de las consecuencias que está teniendo para nuestro país la agresiva política antiinmigrante de Trump, que en 2025 ha desatado redadas salvajes de ICE, con 236 mil detenidos, 207 mil deportados, de ellos 146 mil mexicanos repatriados; además de un férreo control de la frontera, lo que ha hecho más difícil el cruce hacia Estados Unidos, causando que numerosas personas de diversas nacionalidades se queden varadas en México, un aumento de las solicitudes de refugio humanitario y la búsqueda de condiciones desesperadas de sobrevivencia. La metodología ha combinado aspectos cuantitativos mediante datos estadísticos y análisis cualitativos con entrevistas y reflexiones de especialistas en el tema, lo que nos ha permitido analizar las distintas dimensiones de la problemática migrante y su complejidad: social, económica, cultural, política y territorial. En ello es importante considerar que México ocupa un papel relevante en la migración como lugar no solo de expulsión, tránsito y destino para miles de

desplazados y, en años recientes, como espacio de repatriación de los deportados de Estados Unidos, muchos regresan de ellos regresan al campo a un escenario igual o peor al que dejaron.

Resultados y discusión

Por la información sobre el incremento de las redadas de ICE de corte militar contra los migrantes; la disminución, en relación a 2024, de 4.6% de las remesas recibidas en México en 2025, hecho que afectará sensiblemente a las zonas rurales de nuestro país; por las amenazas de subir los aranceles a productos mexicanos si nuestro gobierno no frena el flujo de "ilegales" (a pesar del reciente revés legal sufrido por Trump en su país); consideramos que 2026 será un año muy complejo en el problema migratorio internacional y para México en particular, dado que se mantendrán las políticas "de combate a los migrantes", con la absurda justificación de "los problemas sociales y económicos" que causan a Estados Unidos.

Conclusiones

Por su ubicación al lado de Estados Unidos, México se mantiene como una de las rutas más transitadas de la migración en el mundo y es uno de los principales expulsores de mano de obra hacia esa nación, a pesar de un breve receso, la salida de connacionales se mantuvo estable; hoy nuestros paisanos siguen siendo la principal fuerza de trabajo extranjera en aquel país, como lo muestra el hecho que para 2023 las remesas que enviaron ocuparon el tercer lugar a nivel mundial, al sumar 57,796 millones de dólares. El aporte de estos envíos es muy significativo para las zonas rurales más pobres de México y son un recurso importante que puede ser dedicado a promover el desarrollo regional". (Mora, 2016). El estudio reveló que la deportación reciente de mexicanos desde Estados Unidos tiende a agravarse y a provocar importantes problemas para nuestro país como: fracturas familiares actualmente binacionales, el retorno inseguro, el incremento de la violencia en el campo y la presión por los ingresos en el medio rural.

Actualmente en el campo se viven situaciones graves de violencia en contra de la población en general y de los migrantes en particular, quienes se encuentran en tránsito, representan un grupo social vulnerable, susceptible de ser explotado y utilizado para múltiples negocios: secuestro, extorsión y trata de personas, esta realidad requiere de más estudios sociológicos por la gravedad de esta problemática y de violación de derechos humanos, ya que se trata de casos en los que se ligan la pobreza, la inseguridad y de delitos que han deteriorado el tejido social.

Literatura citada

ACNUR (2016). Declaración de Nueva York para los Refugiados y los Migrantes. https://www.acnur.org/5b58c0784

Barragán, A. (2021). BBC News Mundo (2022). "Crisis migratoria: ¿cuáles son las rutas más peligrosas del mundo?". Julio. https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-61988137

Animal Político. (2023). México bate récord con AMLO: más de 400 mil en 2023. 22 de diciembre de. https://animalpolitico.com/sociedad/detencion-de-migrantes-en-mexico-2023-record-amlo

Diario La Jornada. (2025). "Se documentaron más de 72 mil muertes y desapariciones en rutas migratorias: ONU". abril, México

Mora, J & Arellano, J. (2016). "Las remesas como determinantes del gasto en las zonas rurales de México" Estudios fronterizos. versión impresa. vol.17 no.33 Mexicali ene./jun.

Naciones Unidas (2022). Asamblea General. Conferencia Intergubernamental encargada de Aprobar el Pacto Mundial para la Migración Segura, Ordenada y Regular. Marrakech (Marruecos), 10 y 11 de diciembre de 2018. http://undocs.org/es/A/CONF.231/3 OXFAM Internacional

PATRIMONIO BIOCULTURAL Y SABERES CHINAMPEROS COMO BASE DEL ETNOTURISMO EN TLÁHUAC

Alan Rodrigo Cruz-Jacinto[1]*; Artemio Cruz-León[2]; Lucio Noriero-Escalante[3]

[1]Programa de Posgrado en Ciencias en Ciencias en Ciencias Agrarias; [2]Programa de Posgrado en Desarrollo Rural Regional; [3]Dirección General de Investigación, Posgrado y Servicio. Universidad Autónoma Chapingo.

*alan13cruz@hotmail.com

Introducción

La zona chinampera de San Pedro Tláhuac, ubicada al oriente de la Ciudad de México, constituye uno de los sistemas agroecológicos de mayor relevancia histórica y ambiental del país. Sin embargo, este territorio enfrenta procesos acelerados de degradación ambiental, urbanización desordenada y pérdida de prácticas culturales, derivados en gran medida de políticas públicas diseñadas desde enfoques productivistas y desvinculados del conocimiento local (González, 2025). Estas intervenciones han alterado los equilibrios ecológicos del sistema lacustre y han subordinado los saberes chinamperos en la toma de decisiones territoriales.

Desde una perspectiva biocultural, el patrimonio de la zona no puede entenderse únicamente a partir de sus componentes naturales, sino como el resultado de una coevolución histórica entre biodiversidad, etnodiversidad y prácticas agrícolas tradicionales. Diversos autores han señalado que los sistemas bioculturales dependen de la continuidad de los saberes locales para su reproducción ecológica y cultural (Toledo, Barrera-Bassols y Boege, 2019). En este sentido, la etnodiversidad, entendida como el conjunto de conocimientos, prácticas, memorias y formas de organización vinculadas al territorio, resulta clave para comprender la persistencia del sistema chinampero, aun en contextos de desplazamiento lingüístico.

El objetivo de este trabajo es caracterizar el patrimonio natural y cultural de los lagos Reyes Azteca en Tláhuac, visibilizando los saberes asociados al manejo del entorno lacustre, con el fin de establecer bases analíticas para una propuesta alternativa de etnoturismo comunitario orientada a la defensa del patrimonio biocultural.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, con un diseño de estudio de caso centrado en la zona chinampera de los lagos Reyes Azteca. Se emplearon técnicas de trabajo de campo que incluyeron entrevistas semiestructuradas a maestros chinamperos, recorridos territoriales interpretativos y observación participante en actividades agrícolas y comunitarias.

El análisis se apoyó en la teoría fundamentada, mediante procesos de codificación abierta y axial que permitieron identificar categorías relacionadas con biodiversidad, etnodiversidad, saberes locales y prácticas productivas. Asimismo, se realizó una revisión bibliográfica de literatura especializada en patrimonio biocultural, etnodesarrollo y epistemologías del sur.

Las condiciones del estudio estuvieron determinadas por un contexto de presión urbana, deterioro ambiental y presencia de iniciativas comunitarias emergentes vinculadas al turismo de bajo impacto.

Resultados y discusión

Los resultados muestran que el patrimonio biocultural de los lagos Reyes Azteca se sustenta en un entramado de saberes chinamperos que articulan conocimientos ecológicos, prácticas agrícolas y formas de organización comunitaria. En el ámbito de la biodiversidad, los

entrevistados señalaron estrategias locales para el manejo del agua, la conservación de semillas nativas y la protección de especies lacustres, las cuales han permitido mantener la funcionalidad del sistema pese a la introducción de especies exóticas y a la degradación del entorno.

En cuanto a la etnodiversidad, el trabajo de campo evidencia que, aunque el náhuatl ha dejado de ser una lengua de uso cotidiano, persisten vocabularios, clasificaciones locales y modos de nombrar el paisaje que condensan memoria territorial y conocimiento práctico. Estos saberes se transmiten principalmente mediante la práctica agrícola y la participación comunitaria, más que a través de una enseñanza formal, lo que confirma que la etnodiversidad opera más allá de la lengua como estructura completa (Maffi y Woodley, 2010).

La discusión de estos hallazgos permite identificar tensiones entre los saberes locales y las políticas públicas que privilegian modelos técnicos y externos, lo que puede interpretarse como una expresión de la colonialidad del poder (Quijano, 2000). Frente a ello, las iniciativas comunitarias de etnoturismo emergen como espacios de revalorización del conocimiento chinampero, al posicionar a los productores como sujetos activos y portadores legítimos de saber.

Conclusiones

El estudio confirma que el sistema chinampero de los lagos Reyes Azteca constituye un patrimonio biocultural vivo, sostenido por la interacción entre biodiversidad y etnodiversidad. Los saberes chinamperos continúan desempeñando un papel central en la conservación del entorno lacustre, aun en un contexto de presión urbana y desplazamiento cultural.

Asimismo, se concluye que el etnoturismo comunitario representa una alternativa viable para la defensa y revalorización del patrimonio biocultural, siempre que se construya desde el control cultural local y el diálogo de saberes. Este enfoque permite contrarrestar procesos de despojo simbólico y material, fortaleciendo la autonomía comunitaria y la continuidad del sistema chinampero.

Literatura citada

González, A. (2025). Las Chinampas: Patrimonio Mundial de la Ciudad de México. UAM-X.

Maffi, L. y Woodley, E. (2010). Biocultural Diversity Conservation: A global sourcebook. Earthscan.

Toledo, V., Barrera-Bassols, N. y Boege, E. (2019). ¿Qué es la diversidad cultural?. UNAM-CONACyT.

Quijano, A. (2000). Colonialidad del Poder y Clasificación Social. *Journal of World System Research*, IV(*2*), 342-386.

CREACIÓN COLECTIVA DE BIOESPACIO MULTIFUNCIONAL: FARMACIA VIVIENTE CON EL ARQUETIPO DE OBSIDIANA EN NOPALILLO, HIDALGO

Felipe Reyes-Fuentes[1]*; Ameyali Hernández-Hernández[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México.
* ololiuhqui@hotmail.com

Introducción

El ejido El Nopalillo, ubicado en el municipio de Epazoyucan, Hidalgo, se localiza en una zona de transición entre el Eje Volcánico Mexicano y la Sierra Madre Oriental, a una altitud promedio de 2,800 msnm. Esta condición fisiográfica favorece una alta heterogeneidad ambiental, expresada en la presencia de volcanes, montañas, peñascos y pequeños valles, así como en la coexistencia de bosques de coníferas, de latifoliadas, pastizales y matorral xerófilo. En este escenario, la población ejidal ha desarrollado estrategias de manejo territorial que articulan la agricultura, la silvicultura, la restauración forestal y la minería de obsidiana. Además, desde hace 20 años, los habitantes de esta comunidad destinaron el 65% de su superficie ejidal para la creación de un parque ecológico donde se resguarda y dinamiza su amplia herencia biocultural, vinculada al uso de plantas, suelos, animales, minerales y a la memoria histórica de este lugar.

En este sentido, la presente investigación se desarrolló en el 2025 y tiene como eje el diseño y la construcción de una Farmacia Viviente como espacio multifuncional en el parque ecológico del ejido Nopalillo, Hidalgo. Este nuevo espacio sociobiológico fue concebido como un área pedagógica tanto para las y los habitantes de la comunidad como para quienes visitan el parque para realizar actividades de ecoturismo. Asimismo, se proyectó como un sitio de producción de material vegetativo para la elaboración de medicamentos herbolarios. Otro componente fundamental es la propagación de plantas medicinales que se encuentran en alguna categoría de riesgo, como el laurel mexicano (*Litsea glaucescens* Kunth), con lo cual se contribuye a reducir la recolección de ejemplares en poblaciones silvestres. Además, la Farmacia Viviente tiene potencial para fortalecer el atractivo turístico del parque ejidal, ya que los visitantes de todas las edades podrán conocer la herencia biocultural asociada a las plantas medicinales. Un elemento sui géneris en el proceso de creación de este espacio fue la decisión de los ejidatarios de emplear la obsidiana como arquetipo local para su diseño, lo que permitió integrar identidad territorial, conocimiento ecológico local y simbolismo histórico en una propuesta de infraestructura biocultural.

Materiales y métodos

Se empleó un enfoque participativo con base en diagnósticos comunitarios y recorridos de campo para documentar los padecimientos de mayor incidencia y las especies medicinales utilizadas localmente. A partir de esta información se elaboró una correlación entre enfermedades, plantas en uso y plantas recomendadas para el establecimiento de la Farmacia Viviente. La fase de diseño y construcción colectiva se realizó siguiendo una metodología participativa para Farmacias Vivientes Comunitarias (Reyes y Hernández, 2022), la cual considera: (a) el análisis del área disponible, (b) la definición de un arquetipo de diseño basado en elementos bioculturales locales, y (c) la organización espacial de las especies bajo criterios agroforestales de aprovechamiento vertical, horizontal y secuencial.

Resultados y discusión

Los diagnósticos participativos permitieron identificar padecimientos con mayor incidencia y prevalencia en la comunidad: diabetes, hipertensión, insuficiencia cardiaca, diarrea, infecciones del sistema respiratorio y ansiedad. Asimismo, se documentaron las plantas medicinales utilizadas localmente y se propusieron especies complementarias para fortalecer el repertorio terapéutico comunitario.

Durante el proceso, surgió una variante metodológica derivada de la identidad comunitaria de Nopalillo con la obsidiana. Los ejidatarios seleccionaron esta roca volcánica como modelo geo-simbólico, y propusieron que la Farmacia Viviente adoptara la forma de una obsidiana fracturada, es decir, una geometría concoidal. Para sustentar esta elección, se incorporó una descripción técnico-científica de la obsidiana como vidrio volcánico de estructura amorfa, originado por el enfriamiento rápido de fundidos silícicos. Esta condición explica su fractura concoidal, la propagación radial y curva de grietas, y la ausencia de planos cristalinos (Pastrana-Cruz, 2007). La incorporación de la obsidiana como arquetipo de diseño constituyó el principal aporte original del proceso. En Nopalillo, la obsidiana no es solo un recurso mineral, sino una referencia histórica, cultural y territorial profundamente arraigada. La decisión de modelar la Farmacia Viviente con forma de fractura concoidal permitió traducir un rasgo geológico en un lenguaje de diseño comunitario.

Conclusiones

El diseño y construcción participativa de la Farmacia Viviente Comunitaria en Nopalillo permitió articular el conocimiento local sobre plantas medicinales con una propuesta espacial de fuerte anclaje territorial e identitario. La identificación de padecimientos prioritarios y de especies medicinales locales y recomendadas generó una base operativa para el establecimiento de un espacio orientado a la salud comunitaria. En conjunto, la Farmacia Viviente se configura como un espacio multifuncional que contribuye a la conservación biocultural, al fortalecimiento de la identidad ejidal y a la construcción de estrategias comunitarias de cuidado de la salud de los ejidatarios y manejo sustentable de los recursos fitogenéticos medicinales.

Literatura citada

Pastrana-Cruz, A. (2007). La distribución de la obsidiana de la Triple Alianza en la Cuenca de México. México, D.F., México: Instituto Nacional de Antropología e Historia. (ISBN 978-968-03-0280-2).

Reyes, F. y Hernández, A. (2022). Estrategia metodológica para la configuración de farmacias vivientes comunitarias. En F. Pérez-Soto, E. Figueroa-Hernández, P. Escamilla-García, R. García-Núñez, y L. Godínez-Montoya (Eds.), Factores de la producción agrícola (pp. 104-117). Asociación Mexicana de Investigación Interdisciplinaria A.C. (ASMIIA, A.C.).

ECONOMÍA SOCIAL Y SOLIDARIA COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO TERRITORIAL EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

Salvador González Flores[1]; Bernardo Corona Domínguez[2]

[1]Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México – Texcoco, Texcoco, Estado de México, México. CP 56230.
[2]Universidad Nacional Rosario Castellanos. Avenida 506 Colonia San Juan de Aragón II Sección, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México. C.P. 07969.
* salvador.gonzalez@colpos.mx

Introducción

La Economía Social y Solidaria (ESS) se ha ido consolidando como un modelo alternativo al hegemónico, situando en el centro la cooperación, la autogestión, la justicia social y la sostenibilidad territorial. En el contexto rural poblano, caracterizado por la pobreza, la parcelización productiva y la baja articulación a los mercados formales, por lo que la ESS es un instrumento para fortalecer los medios de vida, la cohesión social y el desarrollo local.
Varios autores indican que la ESS comprende prácticas económicas colectivas, como cooperativas, asociaciones comunitarias, cajas de ahorro, redes de comercio justo, empresas sociales, que persiguen objetivos no solo de lucro, sino de bienestar social y reproducción cultural de los territorios (Coraggio, 2011; Razeto, 2017). En la Sierra Norte de Puebla, estas formas organizativas se vinculan estrechamente con actividades agroalimentarias, artesanales y de servicios comunitarios, particularmente en regiones indígenas y campesinas. El objetivo es examinar la contribución de la economía social y solidaria al desarrollo territorial en comunidades rurales de la Sierra Norte de Puebla, sus fortalezas, debilidades y potencialidades para favorecer la sostenibilidad económica, social y ambiental.

Materiales y Métodos

La investigación se abordó desde un enfoque metodológico mixto, con predominio del análisis cualitativo y uso de herramientas cuantitativas de apoyo. Se aplicó un diseño transversal y de casos, abordando organizaciones rurales de economía social (cooperativas, sociedades rurales de producción y colectivos comunitarios).
Las técnicas para recolectar información fueron entrevistas semiestructuradas a socios y líderes de organizaciones solidarias, encuestas a socios productores, talleres participativos tipo Philips 6/6 para identificar problemas, fortalezas organizativas y estrategias colectivas, y observación directa de procesos productivos y de mercado.
Para el análisis de la información se establecieron cinco categorías: Organización y autogestión, Acceso a recursos productivos, Comercialización solidaria, Impacto social y territorial; y Articulación institucional y políticas públicas. Cada categoría se analizó con indicadores cualitativos y escalas valorativas, las cuales arrojaron los niveles de consolidación de la economía social en los territorios analizados.
Finalmente, para evaluar la consolidación de la Economía Social y Solidaria (ESS), se establecieron tres niveles progresivos: bajo, moderado y alto. Estos niveles sirvieron como marco para la clasificación y análisis de las experiencias estudiadas.

Resultados y discusión

Los resultados muestran distintos niveles de desarrollo según cinco categorías evaluadas mediante escalas de 1 a 5: La Economía Social y Solidaria presenta un alto desempeño en

organización y autogestión, con indicadores de formación grupal y definición de objetivos comunes que superan el valor 4, y una gobernanza participativa que alcanza entre 3.5 y 4. El acceso a recursos productivos es moderado, con insumos e infraestructura en torno a 3, pero el financiamiento es más limitado, con valores de 2 a 2.5. La comercialización solidaria muestra relaciones y ventas en circuitos solidarios cercanas a 3, pero la diversificación de canales y estrategias colectivas permanece baja, entre 2 y 2.5. El impacto social y territorial destaca con los valores más altos, de 4 a 4.5, especialmente en generación de empleo, inclusión, fortalecimiento comunitario y el desarrollo territorial supera el valor 4. Finalmente, la articulación institucional y la incidencia en políticas públicas obtienen los puntajes más bajos, de 2 a 3, con participación en redes y acceso a programas públicos moderados, pero una incidencia y reconocimiento institucional todavía limitados.

Los resultados coinciden con lo que plantea Coraggio (2011) y Yanes & Zurbano (2020), en que las organizaciones de ESS en territorios rurales generalmente tienen niveles medios de consolidación, con avances en la organización colectiva y en el fortalecimiento del capital social. Pero aún existen barreras estructurales, sobre todo en el acceso a financiamiento, capacitación técnica y canales seguros de comercialización.

Además, los hallazgos apoyan lo que señala Razeto (2019) de que las prácticas solidarias fortalecen la resiliencia económica local al diversificar las fuentes de ingreso y disminuir la dependencia de intermediarios. En esa línea, la ESS representa una herramienta para reducir la vulnerabilidad económica en comunidades rurales de la Sierra Norte de Puebla.

Un elemento importante que se reconoce es la participación comunitaria en la inclusión social, con énfasis en mujeres y jóvenes en las comunidades. Sin embargo, los estudios de Feito (2018) confirman que, aunque se ha avanzado en la integración de estos colectivos, todavía existen desigualdades de género en la participación en las decisiones estratégicas, evidenciando la necesidad de políticas internas más justas en el territorio estudiado.

Conclusiones

En suma, la economía social y solidaria es una opción para promover el desarrollo territorial sustentable en comunidades rurales de la Sierra Norte de Puebla, a través de modelos productivos incluyentes, solidarios y socialmente responsables, fortaleciendo el tejido social, la identidad comunitaria y la gobernanza local. Pero para ampliar su impacto y consolidar sus ventajas, hay que fortalecer la capacitación organizativa y empresarial solidaria, desarrollar políticas públicas específicas para la ESS en los territorios, estimular las redes de comercialización solidaria y los circuitos cortos de mercado. Además, garantizar la participación de mujeres y jóvenes en los procesos de toma de decisiones.

Literatura citada

Coraggio, J. L. (2011). Economía social y solidaria: El trabajo antes que el capital. CLACSO.

Feito, M. C. (2018). Género y economía social y solidaria: desafíos y oportunidades en la toma de decisiones. *Revista de Economía Crítica*, (25), 102-119.

Razeto, L. (2019). Los caminos de la economía solidaria. Ediciones CES.

Yanes, G., & Zurbano, A. (2020). La economía social y solidaria como estrategia de desarrollo local en comunidades rurales. *Revista Iberoamericana de Economía Solidaria e Innovación Socioecológica*, 10(1), 45-66.

EVOLUCIÓN PRODUCTIVA Y COMERCIAL DE LA AGRICULTURA PROTEGIDA EN MÉXICO: CASO TOMATE

Mijael Cuauhtémoc Vázquez-Romero[1]; Horacio Eliseo Alvarado-Raya[1]; Manrrubio Muñoz-Rodríguez[1]; Agustín Ruiz-García[2]
[1]CIESTAAM; [2] IAUIA. Universidad Autónoma Chapingo
* cuauhtemoc.vazquez@ciestaam.edu.mx

Introducción

Durante las últimas dos décadas, la agricultura protegida se ha consolidado como un segmento dinámico de la horticultura mexicana, asociado a transformaciones en la estructura productiva y a una creciente orientación hacia los mercados internacionales. Este proceso se inscribe en un contexto más amplio de cambio en los sistemas agrícolas intensivos y de alto valor, impulsado por presiones de mercado, estándares de calidad y eficiencia productiva (Trendov et al., 2019). En México, el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) destaca como cultivo estratégico por su peso económico y su alta participación en el comercio exterior (FAO, 2025; SIAP, 2024). No obstante, la literatura tiende a examinar estos procesos por separado, sin articular de manera conjunta la evolución productiva, las estructuras de producción y el desempeño comercial del sector; por ello, el objetivo de este trabajo fue analizar la evolución de la agricultura protegida en México y su desempeño comercial, utilizando al tomate como caso de estudio representativo.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo-descriptivo basado en el análisis de series históricas, utilizando información secundaria del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024), el Censo Agropecuario 2022 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023), FAOSTAT (FAO, 2025) y el sistema Global Agricultural Trade System (USDA-FAS, 2024). El periodo de análisis comprendió de los años 2000 a 2023 para variables productivas y comerciales, y hasta el año 2024 para precios de exportación, analizando tendencias y cambios por estructura productiva en la superficie, la producción por tipo de estructura y el desempeño comercial del tomate en la agricultura protegida mexicana.

Resultados y discusión

Los resultados evidencian una expansión sostenida de la agricultura protegida en México, acompañada por un cambio relevante en la composición tecnológica del sector. Durante los primeros años del periodo analizado, el crecimiento se concentró principalmente en la adopción de invernaderos; sin embargo, a partir del año 2007 se observa una rápida expansión de la superficie bajo malla sombra, la cual supera a los invernaderos hacia mediados de la década de 2010 (Figura 1). Este comportamiento refleja procesos de adopción tecnológica diferenciada, en los cuales los productores ajustan sus decisiones de inversión en función de costos, escala productiva y capacidades operativas, favoreciendo tecnologías que permiten intensificar la producción con menores requerimientos de capital inicial (Trendov et al., 2019).

En términos productivos, el tomate se consolida como el principal cultivo de la agricultura protegida. A partir de 2012, la producción bajo estructuras protegidas supera de manera sostenida a la producción a cielo abierto, lo que confirma una transición del sistema productivo nacional estrechamente vinculada con su orientación exportadora. Más del 50 % de la producción nacional de tomate se destina al mercado externo, con Estados Unidos como principal destino. Entre el año 2000 y 2024, el precio promedio de exportación presenta una tendencia ascendente, lo que sugiere una valorización progresiva del producto asociada a mejoras en calidad, estabilidad en el suministro y adopción de sistemas productivos más controlados (Figura 2). Finalmente, se observan diferencias relevantes según el tipo de estructura productiva. Aunque los invernaderos concentran la mayor producción absoluta, la malla sombra presenta una participación proporcionalmente mayor en los volúmenes destinados a exportación.

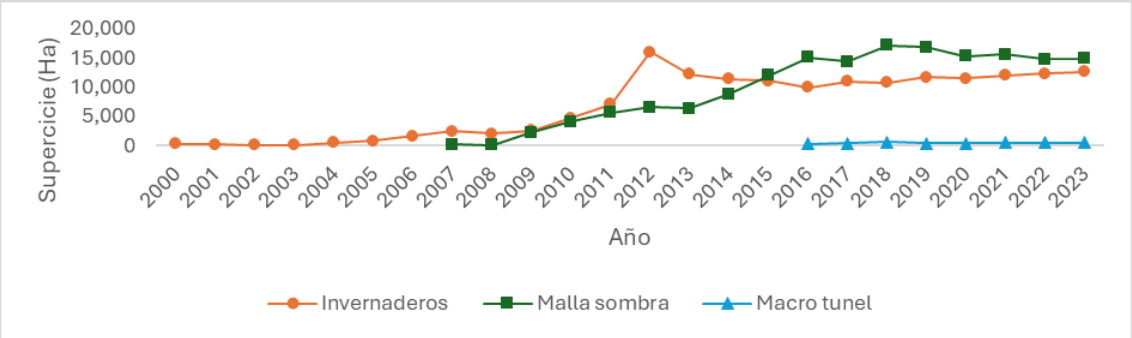


Figura 1. Evolución de la superficie sembrada con hortalizas bajo agricultura protegida por tipo de tecnología en México (2000–2023).

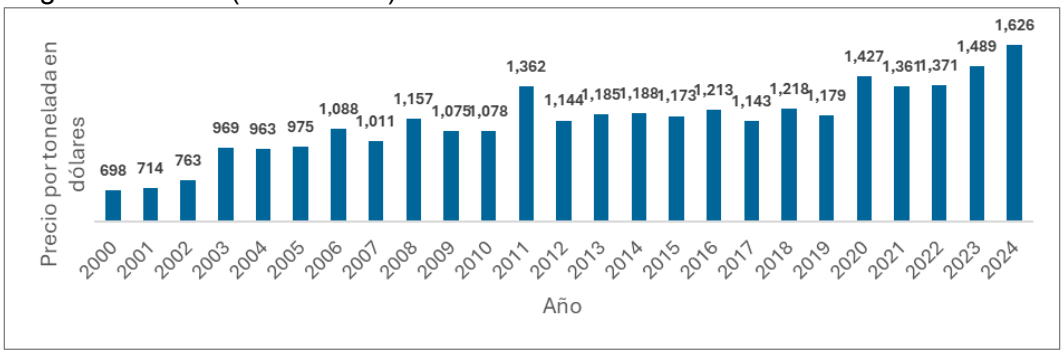


Figura 2. Evolución del precio promedio por tonelada de tomate mexicano exportado a Estados Unidos (2000–2024).

Conclusiones

La agricultura protegida en México ha evolucionado en su estructura productiva, caracterizada por la diversificación de tecnologías de producción y una creciente orientación hacia los mercados internacionales. A partir del análisis del tomate como caso de estudio representativo, este cultivo se consolida como el eje estratégico, al concentrar la mayor parte de la producción bajo sistemas protegidos y del valor exportado.

El desempeño comercial del tomate muestra una relación positiva entre la adopción de sistemas protegidos, la estabilidad productiva y la valorización del producto en los mercados externos, lo que permite evidenciar, las implicaciones económicas asociadas a la evolución de la agricultura protegida en el sector hortícola mexicano.

Literatura citada

FAO. (2025). FAOSTAT. Crops and Livestock Products. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

INEGI. (2023). Censo Agropecuario 2022. https://www.inegi.org.mx/programas/cagro/2022/

SIAP. (2024). Anuario estadístico de la producción agrícola protegida.

Trendov, N., Varas, S. and, & Meng, S. (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas - Status report (FAO). In *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. http://www.fao.org/3/ca4985en/ca4985en.pdf

USDA-FAS. (2024). Global Agricultural Trade System. United States Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service. https://apps.fas.usda.gov/gats/

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRAMBUESA EN HIDROPONÍA: CASO SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA

Agustín Arce-Pacheco[1*]; Octavio Tadeo Barrera-Perales[1]
[1]Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín, Programa de Maestría en Agronegocios, Universidad Autónoma de Baja California, San Quintín, Baja California.
* agustin.arce@uabc.edu.mx

Introducción

Este trabajo se desarrolló en el municipio de San Quintín, Baja California, y tuvo por objetivo realizar un análisis económico de la producción de frambuesa en sistemas hidropónicos. Este cultivo constituye una actividad de suma importancia para la región, debido a los ingresos que genera, su adecuada adaptación a las condiciones agroclimáticas locales y la cercanía con el mercado de Estados Unidos, principal destino de la producción de San Quintín. Esto posiciona a Baja California en el tercer lugar de producción en México (SIAP, 2025). De acuerdo con Villada-Canela (2025), la creciente escasez de agua y la sobreexplotación de los acuíferos han impulsado la necesidad de recurrir a la desalinización, lo que incrementa los costos de producción agrícola. Ante este escenario, la adopción de tecnologías como la hidroponía, que optimizan el uso del agua en la agricultura, se presenta como una alternativa para enfrentar los desafíos que amenazan la sostenibilidad y continuidad de la actividad agrícola en la región.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el municipio de San Quintín, Baja California, y se basó en la metodología de paneles de productores adaptada para México por Sagarnaga et al. (2018), la cual permite estimar costos e ingresos de sistemas productivos agropecuarios. La recolección de información se efectuó en octubre de 2025, mediante un instrumento de colecta diseñado en Excel, estructurado en dos secciones: parámetros técnicos del sistema de producción y estimación de costos e ingresos de la Unidad Representativa de Producción (URP). El instrumento fue diseñado con base en la experiencia técnica del investigador y validado por un especialista en el cultivo. Debido a la limitada adopción de este sistema productivo, el análisis se realizó a partir de un estudio de caso, denominado URP_SQ01, la cual representa a uno de los sistemas de producción más difundido en la región. Los datos recabaos se realizaron a precios del 2025.

Resultados y discusión

Los parámetros técnicos de la URP modelada corresponde a una superficie cultivable de 10 ha en hidroponía, con establecimiento mediante plántula y una densidad de 10,125 plantas por hectárea. El ciclo productivo tiene una duración de 24 meses y contempla una poda anual. El cultivo se desarrolla en fibra de coco como sustrato, bajo riego por goteo automatizado y fertiirrigación convencional. El abastecimiento de agua proviene de una desaladora, condición relevante dada la problemática hídrica regional.
Los resultados obtenidos en la URP_SQ01 (Cuadro 1) indican que los ingresos generados durante el ciclo agrícola 2024–2025 fueron suficientes para cubrir los costos asociados al flujo de efectivo, financieros y económicos. Lo anterior evidencia la viabilidad económica del sistema de producción de frambuesa en hidroponía en el corto, mediano y largo plazo. No obstante, los rendimientos e ingresos estimados difieren de lo reportado por Hernández (2024), lo cual atribuye a variaciones en la producción atribuidas principalmente, al sistema de producción evaluado, los precios de comercialización y el tipo de cambio vigente.

Cuadro 1. Ingresos y costos URP_SQ01.

Indicador	Flujo de efectivo ($)	Financieros ($)	Económicos ($)
Ingresos Totales de la URP	$36,356,200.00	$ 36,356,200.00	$ 36,356,200.00
Costos de Producción de la URP			
Costos variables	$26,272,392.50	$ 26,272,392.50	$ 26,272,392.50
Costos fijos	$ -	$ 2,236,668.43	$ 2,236,668.43
Costos de oportunidad	$ -	$ -	$ 932,048.50
Costo total	$26,272,392.50	$ 28,509,060.93	$ 29,441,109.43
Ingreso Neto	$10,083,807.50	$ 7,847,139.07	$ 6,915,090.57

Conclusiones

El análisis económico del estudio de caso demuestra que la producción de frambuesa en hidroponía en San Quintín, Baja California, es viable bajo las condiciones evaluadas en el ciclo 2024–2025. La tecnificación del sistema de producción, particularmente el uso eficiente del agua constituye un factor clave en un contexto regional ante la escasez hídrica y los altos costos de desalinización, estos resultados posicionan a la hidroponía como una alternativa productiva estratégica y económicamente sustentable para fortalecer la competitividad agrícola en la región. Además del uso de la hidroponía, la proximidad geográfica con el mercado de exportación permite obtener ingresos sobresalientes respecto a otros sistemas de producción y regiones del país.

Literatura citada

Hernández Celestino, N. Y. (2024). Retos en la producción de frambuesa en el valle de San Quintín: viabilidad financiera y económica (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Chapingo. https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/123456789/3799

Sagarnaga, V. L. M., Salas, G. J. M., y Aguilar, Á. J. (2018). Metodología para estimar costos, ingresos y viabilidad financiera y económica en unidades representativas de producción.

SIAP. (2025). *Panorama Agroalimentario 2025*.

Villada-Canela, M. (2025). Understanding social aspects on desalination for community adaptation and resilience in Baja California, México. *Social Sciences*.

PROPUESTA PARA EL PRECIO DE GARANTÍA DEL GRANO DE MAÍZ CONSIDERANDO LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Rodolfo Santos-Lavalle*
Universidad Para el Bienestar Benito Juárez García, Ayotlán, Jalisco, México.
* rsantoslavalle@outlook.mx

Introducción

En México, a pesar de que el gobierno federal tiene establecido un precio de garantía por tonelada de maíz (DOF, 2025), este depende en gran medida del mercado internacional y presenta una amplia variación que afecta el ingreso de los productores nacionales y en consecuencia la rentabilidad de la actividad (Aguilar-Gómez & Ramírez-Sánchez, 2018). En este contexto, se planteó cuantificar ingresos y costos en el cultivo de maíz para determinar la viabilidad económica y definir los Precios Objetivo (PO) que permitieran proponer un precio de garantía capaz de cubrir las diferentes obligaciones asumidas por los agricultores.

Materiales y métodos

Se utilizó la metodología de panel de productores y se modeló una Unidad Típica de Producción (UTP) de cuatro hectáreas bajo condiciones de temporal, con acceso a riegos de auxilio y manejo agronómico convencional, durante el ciclo P-V 2024. La información recabada permitió calcular el ingreso, el Costo de Desembolsado (CDES), Financiero (CFIN) y Económico (CEC), considerando la metodología propuesta por la Asociación Americana de Economía Agrícola (AAEA, 2000), la cual permitió estimar la capacidad de pago, viabilidad financiera y económica, así como definir PO relevantes que se emplearon para determinar la habilidad de la UTP para cumplir con diferentes obligaciones.

Resultados y discusión

El principal ingreso fue por la venta del grano, que con un rendimiento de 10 toneladas por hectárea superó al promedio estatal de 8.70 bajo condiciones de temporal en zona con alto potencial productivo (FIRA, 2025), la tonelada se vendió a un precio de $6,000.00 y con esto, la UTP logró un ingreso de $240,000.00 durante el ciclo P-V 2024 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Flujo neto de efectivo, viabilidad financiera y económica en la UTP

Conceptos	CDES ($)	CFIN ($)	CEC ($)
Ingreso neto	240,000.00	240,000.00	240,000.00
Costos variables (CV)	170,219.00	170,219.00	170,219.00
Costos fijos (CF)	1,550.00	21,512.81	21,512.81
Costos de oportunidad (CO)			92,980.53
Flujo neto de efectivo en la UTP	**68,231.00**	**48,268.19**	**-44,712.34**
Viabilidad	Viable	Viable	Inviable

En el CDES se consideró a los CV, donde los insumos agrícolas representaron el mayor desembolso (61.76%) seguido del servicio de maquila de maquinaria agrícola (22.82%). Cabe destacar que el cultivo de maíz presenta cada vez menos margen de ganancia debido al elevado costo de los insumos (Medina et al., 2018). En el CFIN los CF representaron el 11.22%, dentro de estos el pago de interés del crédito otorgado por las tiendas de agroquímicos para la adquisición de insumos fue el 9.30%. En el CEC, se agregó el CO de los factores de producción, dentro de estos, la gestión empresarial representó el 6.46% de los costos totales, el CO de la tierra fue el 14.08% y correspondió a $10,000.00 por hectárea concepto de la renta durante un

ciclo productivo, mientras el CO del capital que involucró a los CDES y la inversión en activos fue del 12.15%. Se reporta que el porcentaje elevado del CO de los factores de la producción influye de manera notoria en el costo total unitario y limita a obtener una proporción mayor del valor generado (Aguilar-Gómez & Ramírez-Sánchez, 2018). En este caso, no permitió que la UTP alcanzara la viabilidad económica. Al comparar el precio de venta con las diferentes obligaciones de la UTP, se observó que tan solo adquirir los insumos agrícolas (C1) representó el 44.20% del precio de garantía, mientras que el total de costos desembolsados (C4) significó el 79.00% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Precios objetivo para cubrir las diferentes obligaciones de la UTP

Concepto	$/Tonelada
Precio de garantía por tonelada 2024/2025	6,000.00
P1. Cubrir sólo el costo de los insumos (C1):	2,652.20
P2. Cubrir C1 más el servicio de maquinaria agrícola (C2):	3,632.20
P3. Cubrir C2 más interés del crédito (C3):	4,078.11
P4. Cubrir el total de los costos desembolsados (C4):	4,740.13
P5. Cubrir C4 más las depreciaciones (C5):	4,793.30
P6. Cubrir C5 más el CO de la tierra (C6):	5,793.30
P7. Cubrir C6 más el CO de la gestión empresarial (C7):	6,253.30
P8. Cubrir C7 más los CO del capital invertido (C8):	7,117.81
P9. Cubrir C8 más la retribución al riesgo de invertir en el cultivo de maíz (C9)	7,117.81

En esta investigación se encontró que el precio de garantía solo permitió cubrir CDES (C4), CFIN (C5) y el CO de la tierra (C6), pero no fue suficiente para remunerar el CO de otros factores de la producción como la gestión empresarial (C7) y del capital invertido (C8). Se requiere de un precio de garantía de por lo menos $7,117.81 por tonelada (P8) para cumplir con todas las obligaciones asumidas por los productores.

Conclusiones

El precio de garantía establecido por el gobierno de México no permitió cubrir la totalidad de los CO de los factores de la producción y la UTP modelada no alcanzó la viabilidad económica, para lograr lo anterior se propone un precio superior a $7,177.81 por tonelada para alcanzar a cubrir los diferentes costos de producción y retribuir el riego de invertir (P9).

Literatura citada

AAEA. (2000). Commodity Costs and Returns Estimation Handbook. A Report of the American Agricultural Economics Association. Ames, Iowa. 545 p.

Aguilar-Gómez & Ramírez-Sánchez. (2018). Costos de producción y precios de mercado en la agricultura. El caso de la semilla híbrida para siembra de maíz blanco en Sinaloa. *Ciencia Económica, 7*(12): 35-44.

DOF. (2025). Reglas de Operación del Programa de Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos para el ejercicio fiscal 2025. Disponible en https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5748189&fecha=30/01/2025#gsc.tab=0

FIRA. (2025). Agro costos. Maíz_TMF_Sustenta+A_Jalisco_PV_2025. Disponible en: https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/TemasUsuario.jsp. Consultado el 25 de enero de 2025.

Medina, M. J., Alejo, S. G., Soto, R. J. M. & Hernández, P. M. (2018). Rendimiento de maíz grano con y sin fertilizante en el estado de Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *21*: 4306-4316.

PRECIOS OBJETIVO EN LA PRODUCCION DE *Agave Tequilana* Weber PARA LOGRAR VIABILIDAD FINANCIERA Y ECONOMICA

Rodolfo Santos-Lavalle*
Universidad Para el Bienestar Benito Juárez García, Ayotlán, Jalisco, México.
* rsantoslavalle@outlook.mx

Introducción

Jalisco es el principal productor de *Agave tequilana,* en el 2023 género 1,268,502.4 toneladas (SIAP, 2023). Las plantaciones se incrementaron notablemente debido al aumento en los precios que alcanzó $28.00/kg en el 2021, ocasionando una sobre oferta y en consecuencia la caída del precio de hasta $2.00/kg en el 2025, esta variación afecta los ingresos de los productores (Herrera-Pérez et al., 2018). Con base en lo anterior, se propuso estimar costos e ingresos en el cultivo del agave para determinar viabilidad financiera y económica, así como establecer precios objetivos (PO) que dieran cumplimiento a diferentes obligaciones asumidas por los productores.

Materiales y métodos

Se utilizó la metodología de panel de productores y se modeló una Unidad Típica de Producción (UTP) de 5 hectáreas en Ayotlán, Jalisco, con una densidad de 4,500 plantas/hectárea y un ciclo de 6 años. La información permitió calcular el ingreso, el Costo Desembolsado (CDES), Financiero (CFIN) y Económico (CEC), considerando la metodología de la Asociación Americana de Economía Agrícola (AAEA, 2000), que permitió estimar la capacidad de pago en el corto plazo, la viabilidad financiera y económica, así como definir los Precios Objetivo (PO), que se emplearon para determinar la habilidad de la UTP para cumplir con diferentes obligaciones.

Resultados y discusión

La producción se destinó a la industria tequilera, la venta se realizó a través de intermediarios a un precio de $2.00/kg, que con un rendimiento de 25 kg/piña y una densidad de 4,500 plantas/hectárea se logró un ingreso de $1,125,000.00. Por otra parte, los CDES representaron el 38.63% del costo total y la planta de agave implicó el mayor desembolso (Cuadro 1).

Cuadro1. Costos desembolsados (CDES), financieros (CFIN) y económicos (CEC).

Conceptos	CDES ($)	CFIN ($)	CEC ($)	%
Adquisición de planta de agave	400,000.00	400,000.00	400,000.00	19.43
Labores agrícolas	33,500.00	33,500.00	33,500.00	1.63
Insumos agrícolas	155,250.00	155,250.00	155,250.00	7.54
Mano de obra contratada	150,078.00	150,078.00	150,078.00	7.29
Combustibles y lubricantes	25,000.00	25,000.00	25,000.00	1.21
Herramientas	5,350.00	5,350.00	5,350.00	0.26
Mantenimiento de equipo y transporte	26,100.00	26,100.00	26,100.00	1.27
Total, de Costos Variables (CV)	795,278.00	795,278.00	795,278.00	38.63
Renta de la tierra		600,000.00	600,000.00	29.15
Depreciación de construcciones		7,500.00	7,500.00	0.36
Depreciación de trasporte		25,800.00	25,800.00	1.25
Depreciación de equipo y herramientas		3,938.00	3,938.00	0.19
Mejoras territoriales		8,100.00	8,100.00	0.39
Refrendo vehicular, tenencia y licencia		34,132.80	34,132.80	1.66
Servicio telefónico		14,400.00	14,400.00	0.70
Total, de Costos Fijos (CF)		693,870.80	693,870.80	33.71
Gestión empresarial			362,000.00	17.58
Capital invertido			207,491.08	10.08
Total, Costos de Oportunidad (CO)			569,491.08	27.66
COSTOS TOTALES	795,278.00	1,489,148.80	2,058,639.88	100

Dentro de los CFIN, la renta de la tierra contribuyó en mayor proporción a los costos totales (29.15%) y correspondió con lo reportado por Herrera-Pérez et al. (2018) en donde representó el 30.59%. El CEC incluyó el CO de los factores de la producción que significaron el 27.66% de los costos totales, porcentaje que limita el apropiarse de una mayor proporción del valor generado (Aguilar-Gómez & Ramírez-Sánchez, 2018). Derivado de este análisis se determinó que el ingreso recibido no permitió alcanzar la viabilidad financiera, ni la económica. Por otra parte, al comparar el precio de venta con los PO definidos, se pudo observar que solo se cubrieron los costos desembolsados (C4), pero no fue suficiente para pagar la renta de la tierra (C5) aspecto que representaba el principal reto a superar por parte de los productores, tampoco fue posible cubrir las depreciaciones y mucho menos el total de los CFIN, para esto se requería de un precio de $2.65/kg (P7). Mientras tanto, para que se pudiera remunerar el CO de los factores de la producción fue necesario un PO de $3.66/kg (P9) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Precios objetivo para cubrir las diferentes obligaciones asumidas por la UTP

Concepto	$/Kg
Precio de venta	2.00
P1. Cubrir sólo el costo de la planta (C1)	0.71
P2. Cubrir C1 más los insumos agrícolas (C2)	0.99
P3. Cubrir C2 más la mano de obra (C3)	1.25
P4. Cubrir los costos desembolsados (C4)	1.41
P5. Cubrir C4 más la renta de la tierra (C5)	2.48
P6. Cubrir C5 más las depreciaciones (C6)	2.55
P7. Cubrir los costos financieros (C7)	2.65
P8. Cubrir C7 más los CO de la gestión empresarial (C8)	3.29
P9. Cubrir C8 más el CO del capital invertido (C9)	3.66
P10. Cubrir C9 más una retribución al riesgo de invertir (mayor a:)	3.66

Conclusiones

El precio de venta le permitió a la UTP que tuviese la capacidad de pago para cubrir los costos desembolsados, pero no fue suficiente para cubrir la renta de la tierra y otros conceptos implícitos en los CFIN, así como remunerar los CO de los factores de producción. Se requería de un PO superior a los $3.66 (P10) para dar cumplimiento a las diferentes obligaciones asumidas por los productores y retribuir el riesgo de invertir en la actividad.

Literatura citada

AAEA. (2000). Commodity Costs and Returns Estimation Handbook. A Report of the American Agricultural Economics Association. Ames, Iowa. 545 p.

Aguilar-Gómez & Ramírez-Sánchez. (2018). Costos de producción y precios de mercado en la agricultura. El caso de la semilla híbrida para siembra de maíz blanco en Sinaloa. *Ciencia Económica, 7*(12): 35-44.

Herrera-Pérez, L., Valtierra-Pacheco E., Ocampo-Fletes I., Tornero-Campante M. A., Hernández-Plascencia J. A. & Rodríguez-Macías R. (2018). Esquemas de contratos agrícolas para la producción de *Agave tequilana* Weber en la región de tequila, Jalisco. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 15*(4), 619-637.

SIAP. (2023). Producción agrícola de agave en Jalisco. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/ revisado el 19 de enero de 2025.

TENDENCIAS MUNDIALES EN EL CONSUMO DE PRODUCTOS LÁCTEOS

Rafael Nochebuena-Molina[1*]; Enrique Genaro Martínez-González[1].
[1]Universidad Autónoma Chapingo – CIESTAAM. Carretera México-Texcoco km. 38.5, 56230, Texcoco, Estado de México.
* rafael.nochebuena@ciestaam.edu.mx

Introducción

Los sistemas alimentarios atraviesan un periodo de desequilibrio, donde el hambre y la desnutrición coexisten junto a la explotación excesiva, el sobreconsumo y el desperdicio (BMZ, 2021). Como respuesta, las recomendaciones dietéticas han evolucionado, promoviendo la ingesta de productos lácteos como una alternativa a la carne roja para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Al-Shaar et al., 2020). De acuerdo con el SIAP (2024), en México, mientras la industria lechera sigue expandiéndose (TMCA 2010-2023 = 1.42%), el nivel de consumo ha ido a la baja (-1.56%).

Dado lo anterior, surgen las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las tendencias alrededor de la ingesta de los productos lácteos? y ¿Cómo es el comportamiento del comercio internacional de estos productos? Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar la producción científica sobre el consumo de lácteos, identificando tendencias temáticas, redes de comercialización y patrones a través de bases de datos académicas y comerciales, haciendo énfasis en los artículos e información más actuales.

Materiales y métodos

En la identificación de los artículos se utilizaron las siguientes keywords asociadas con los principales productos lácteos: dairy, milk, cheese y yogurt. Así como aquellas relacionadas con el consumo: consumption, intake, usage y purchase. También considerando las tendencias mediante las palabras: behavior, preferences, trends y patterns. Delimitados a 10 años (2015-2025), sólo artículos en inglés y de open Access. Para la información comercial, se utilizó la base de datos de UN COMTRADE a 2024 y solo considerando las clasificaciones arancelarias de 0401 a 0406 alusivas a los productos lácteos. Los resultados fueron procesados en RStudio.

Resultados y discusión

Los temas motores, aquellos que poseen mayor importancia y han tenido más desarrollo en los últimos años, están relacionados con el comportamiento del consumidor antes y después de la pandemia por COVID-19; así como la influencia de estos sobre la seguridad alimentaria y la intención de compra de los consumidores conscientes sobre la importancia de la salud (Figura 1). El consumo se relaciona con la intención de compra y las dietas, expresado en términos del comercio internacional (exportaciones e importaciones), donde el principal producto comercializado fue la leche y crema concentrada, principalmente en Europa y Asia, seguido de los quesos, concentrándose su intercambio comercial en la Unión Europea (UE). Para el caso de México, el comercio exterior se centró en ambos productos (Figura 2). La mantequilla junto con la leche y crema no concentrada se sitúan como los productos de menor transacción.

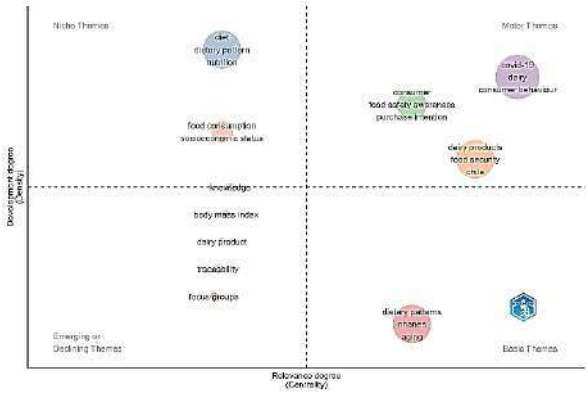


Figura 1. Mapa temático sobre el consumo de lácteos.

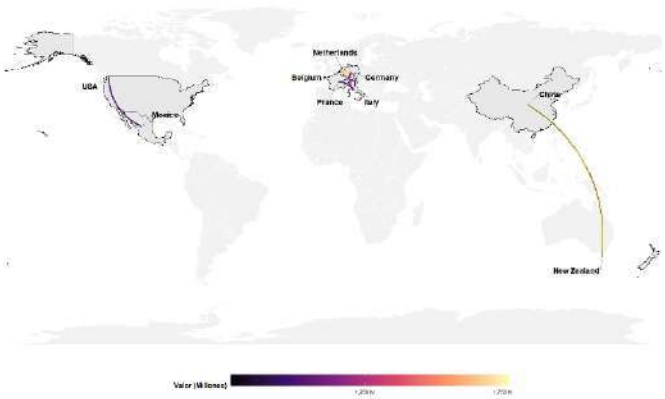


Figura 2. Flujo comercial de lácteos en 2024.

A pesar de las controversias en torno a la producción láctea, estos productos siguen siendo recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En China se está promoviendo activamente, con un aumento del 1.2% en la ingesta anual de leche líquida, mientras que en India creció un 2.2% entre 2023 y 2024 (USDA, 2025). Mientras que la UE, históricamente ha sido una región consumidora de lácteos, específicamente de productos sólidos tales como el queso, donde se ha comprobado una relación inversa entre su ingesta y la percepción de aspectos considerados como negativos, dentro de los que se encuentran la sanidad de la leche fluida (Belluco et al, 2025).

Conclusiones

Los productos lácteos se posicionan como un grupo de alimentos clave desde la perspectiva académica internacional, enclavados en una serie de tendencias hacia la seguridad alimentaria y la nutrición, así como con aspectos ambientales. El intercambio comercial mantiene matices delimitados en cuanto a los principales exportadores; por un lado, la UE con los quesos, y por otro, China y Estados Unidos con la leche fluida. Pese a los desincentivos que puedan afectar la ingesta de estos productos, comercialmente se han establecido relaciones que refuerzan su importancia en la alimentación de la población global.

Literatura citada

Al-Shaar, L., Satija, A., Wang, D. D., Rimm, E. B., Smith-Warner, S. A., Stampfer, M. J., Hu, F. B., & Willett, W. C. (2020). Red meat intake and risk of coronary heart disease among US men: Prospective cohort study. *The BMJ*, *371*. https://doi.org/10.1136/bmj.m4141

Belluco, S., Pinto, A., Mascarello, G., Crovato, S., Mancin, M., Boscolo Anzoletti, A., & Losasso, C. (2025). Understanding European Consumers' Perception of Food Safety Risks: A Multicountry Analysis of Raw Milk and Raw Milk-Based Cheeses. *Food Science and Nutrition*, *13*(6), 1–10. https://doi.org/10.1002/fsn3.70409

Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). (2021). *Sustainable Agri-Food Systems A World without Hunger BMZ Strategies*.

SIAP. (2022). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta Nueva Generación (SIACON NG).

USDA. (2025). Dairy : World Markets and Trade (Issue July).

LAS CENTRALES DE ABASTO DE MÉXICO: ESTUDIO DE CASO SAN VICENTE CHICOLOAPAN

Arturo Perales-Salvador; Angélica Lastiri-Salazar; Jaime Eduardo Bravo-Calderón, Abiel Aguilar-Reyna, Jorge Morales, Francisco Pérez-Soto, Braulio Morales-Morales
Correo-e: adelin21@hotmail.com

Introducción

El comercio es una actividad relevante para la sociedad, pues posibilita el intercambio de mercancías y al propio tiempo el intercambio de actividades entre los miembros de la sociedad que produce. Esta actividad permite que los consumidores de los productos creados puedan satisfacer sus necesidades de bienes materiales.
El comercio tiene sus orígenes en el momento en que se genera un excedente, esto ocurrió en la antigüedad a partir del descubrimiento de la agricultura y la domesticación de los animales. A este proceso se le conoce como la primera gran división social del trabajo.
La producción y comercialización de alimentos ha tenido un papel preponderante en el desarrollo de los mercados, tanto interno como externo. En cuanto al mercado interno, el intercambio comercial de productos agropecuarios se realiza mediante las centrales de abasto, como es el caso de México, donde dichas centrales, acopian y redistribuyen esos productos a todo el país.
Con el crecimiento de la población del área Metropolitana, el suministro de alimentos en la Central de Abastos de la Ciudad de México (CEDA) se fue volviendo insuficiente y lento, por lo que, paulatinamente, se fueron creando centrales de abasto en las zonas de mayor población; generalmente, auspiciadas y administradas por los gobiernos de las entidades donde se encontraban. La organización del comercio a través de las Centrales de Abasto hizo indisoluble la asociación del comercio de productos agropecuarios a la existencia de éstas. En México, sin duda alguna, la más relevante es la CEDA.
Si bien las centrales de abasto son consideradas como microempresas privadas, en su mayoría la administración corre a cargo del Estado, por ello resulta novedoso un estudio que contempla un nuevo esquema de organización y participación con actores de la iniciativa privada y el respaldo gubernamental para facilitar permisos y servicios. En esta investigación se analiza un caso exitoso de participación privada que dio origen a la Central de Abastos de San Vicente Chicoloapan (CASVIC) en el Estado de México.

Materiales y métodos

El estudio es fundamentalmente de carácter cualitativo, para lo cual se aplicará, entre otros instrumentos, la matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).
Para la obtención de información se hará uso de entrevistas estructuradas, dirigidas a la administración de la CASVIC, así como a alguno de los socios que la integran.
También se elaborará un cuestionario para saber el grado de aceptación y de eficiencia de la Central que será dirigido a los usuarios de la misma.
Para la parte teórica e histórica se contempla la revisión bibliográfica de la relevancia del comercio, de la historia y desarrollo del mismo y en particular de cómo ha sido la participación de las centrales de abasto en la satisfacción de las necesidades de distribución de los alimentos para la población en general.
El estudio contempla aproximadamente 12 años a partir de la definición del proyecto y hasta su situación actual en el año 2025.

Resultados y discusión

Las centrales de abasto constituyen un eslabón muy importante en la cadena agroalimentaria, permiten que los productores del campo puedan poner a disposición de los consumidores finales

volúmenes considerables de sus productos, sin la necesidad de vender de forma individual y sin correr los riesgos de pérdida por caducidad.
La más importante de las centrales de abasto, es la Central de Abastos de la Ciudad de México (CEDA), localizada en Iztapalapa y que suplió al antiguo mercado de la Merced. No obstante, el crecimiento de la zona urbana del centro del país ha obligado a la construcción de nuevas centrales de abasto, es en este contexto que surge la idea de crear la Central de Abastos de San Vicente Chicoloapan (CASVICH), ubicada en el oriente de la zona metropolitana.
La creación de la CASVICH, es una experiencia de inversión privada con buenos resultados, en poco tiempo ha mostrado un crecimiento sostenido, puesto que satisface las necesidades de varios municipios, entre ellos San Vicente Chicoloapan, Texcoco, Los Reyes y

Conclusiones

En esta ponencia se detalla la experiencia de la CASVICH, desde su proyección, su implementación, así como su funcionamiento actual y sus perspectivas. La CASVICH, cuenta con instalaciones modernas, amplias áreas para la venta, estacionamientos suficientes y bien acondicionados, y oferta significativa en todos los rubros que tienen que ver con el consumo de alimentos.
En cuanto a la problemática detectada, se evaluó la situación de los desperdicios y la necesidad de buscar alternativas para su aprovechamiento, por otro lado, se requiere una mayor vinculación con productores directos que permitan economizar en los costos y que ello redunde en beneficios para los consumidores, en la actualidad una buena parte de los suministros provienen de la CEDA. Este es un estudio preliminar realizado en forma conjunta entre la Universidad Autónoma Chapingo y la Confederación de las Centrales de Abasto de México.

Literatura citada

Del Río Rodríguez, C. G., & Trujillo Ortega, L. (2020). El “espacio alimentario” construido por los actores: central de abasto de la Ciudad de México. De Raíz Diversa. *Revista Especializada En Estudios Latinoamericanos*, 7(14), 47–65. Consultado el 11 de febrero de 2025 en: https://doi.org/10.22201/ppela.24487988e.2020.14.77190

El portal de Chicoloapan (2014, 29 de julio) Inauguran primera etapa de la Central de Abastos de Chicoloapan. Consultado el 23 de mayo de 2025 en: https://sanvicentechicoloapan.com.mx/2014/07/29/inauguran-primera-etapa-de-central-de-abastos-de-chicoloapan/

Google maps (2024) Recorrido de la CASVIC a CAE. Consultado el 10 de marzo de 2024.

INEGI (2020) México en Cifras, Chicoloapan (15029). Consultado el 4 de mayo de 2025 en: https://inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=15029#collapse-Resumen

Juárez Ascencio, Alejandro (2017). *Central de Abasto Ciudad de México* en Revista Latinoamericana de Antropología del Trabajo, Vol. I, No. 1, enero-junio 2017, pp. 1-14 Consultado el 24 de marzo de 2024 en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/6680/668070940014.pdf

Rodríguez Millán, Bruno Raúl (2024) Diagnóstico y aprovechamiento de residuos del centro de abasto de san Vicente Chicoloapan. [Reporte parcial de estancia preprofesional] Universidad Autónoma Chapingo.

Santiago, Marcos. (2014) Inauguran Central de Abastos en San Vicente Chicoloapan. Quadratin, Toluca, México. Consultado el 7 de marzo de 2024 en https://edomex.quadratin.com.mx/Inauguran-Central-de-Abasto-en-San-Vicente-Chicoloapan/

CERTIFICACIÓN DE TRACTORES AGRÍCOLAS EN MÉXICO: RETOS PARA LA SEGURIDAD Y CALIDAD

Alma Velia Ayala-Garay[1*]; Marco Antonio Audelo-Benitez[1]; Diana Evelyn García-Lemus[1]; Esmeralda Marín-Vázquez[1]
[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de México
* ayala.alma@inifap.gob.mx

Introducción

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023), el parque de tractores en México creció de 238,248 unidades en 2007 a 473,195 en 2022, lo que representa un incremento del 98.6 % y una tasa media anual de 4.7 %. Este crecimiento plantea nuevos retos en materia de calidad y seguridad operativa. Para garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria, el Organismo de Certificación de Implementos y Maquinaria Agrícola (OCIMA-INIFAP) evalúa los equipos conforme a las normas mexicanas (NMX) aplicables. Sin embargo, la falta de obligatoriedad en la certificación limita su adopción. El objetivo del trabajo fue realizar un análisis de la situación actual de la certificación de implementos y maquinaria agrícola en México, las normativas bajo las cuales se certifican, y los desafíos que limitan su crecimiento, haciendo énfasis en su importancia para mejorar la seguridad, calidad y desempeño de los equipos.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló mediante un enfoque cualitativo-documental complementado con análisis estadístico y validación de expertos. Se recopilaron y sistematizaron datos históricos sobre equipos certificados por el OCIMA desde 2005 hasta la fecha, así como información sobre pruebas realizadas con fines de certificación, con el propósito de evaluar la evolución del proceso. Asimismo, en marzo de 2025 se llevaron a cabo dos paneles de discusión técnica con especialistas en maquinaria agrícola y certificación de calidad, con el fin de validar los hallazgos y fortalecer las propuestas derivadas del análisis. Finalmente, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 14 actores clave del sector, incluyendo representantes de distribuidores, academia, sector gubernamental y expertos en gestión de calidad del ámbito agrícola mexicano.

Resultados y discusión

Hasta el año 2018, existieron subsidios y programas de financiación gubernamentales lo que motivaba a los agricultores a invertir en la mecanización del campo. Esta política estaba regulada en el programa de “Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola, Incentivo de Adquisición de Maquinaria y Equipo” (SADER, 2018), dentro de este programa, el objetivo era incentivar a las unidades económicas rurales agrícolas para incrementar la mecanización y equipamiento, para la adquisición de tractores se pedía que debían estar certificados por el OCIMA. Esta política ha cambiado, bajo el programa actual "Cosechando Soberanía", se ofrecen créditos, acompañamiento técnico y seguros para pequeños y medianos productores, con el objetivo de aumentar el abasto de alimentos básicos y garantizar precios justos. Pese al cambio de política, algunos estudios prevén un panorama favorable en el mercado de tractores en México, lo cual se ve confirmado con la entrada continua de marcas nuevas. Desde 2005, el OCIMA ha otorgado 817 certificados, de los cuales 713 corresponden a tractores. Actualmente 86 tractores de nueve marcas vigentes cuentan con certificación. Sin embargo, 20 empresas comercializan tractores sin estar certificadas, lo que implica riesgos de seguridad y falta de soporte técnico. La certificación al no ser obligatoria, representa un desafío importante, ya que no existe una política que establezca controles obligatorios sobre la calidad y seguridad de los

tractores e implementos agrícolas, lo cual afecta directamente al usuario final, especialmente a los operadores que quedan expuestos a equipos que no garantizan condiciones de seguridad. Mientras tanto, el mercado continúa creciendo (Research And Markets, *s. f.),* y la comercialización de estos equipos se realiza tanto en algunas ocasiones, en plataformas digitales como en puntos de venta físicos, algunos de los cuales ofrecen garantías limitadas y servicios posventa no verificados. De las empresas que han ingresado tractores al país en los últimos años, no se tiene certeza sobre si estos productos cumplen con los estándares de calidad, seguridad y soporte técnico requeridos. Entre 2009 y 2013, tres marcas de origen chino estuvieron certificadas por OCIMA, pero con el tiempo abandonaron la certificación al no cumplir de manera sostenida con los requisitos técnicos establecidos. La falta de obligatoriedad de la certificación limita que no todas las estructuras de protección de los tractores que se comercializan en México sean estandarizadas y verificadas sistemáticamente, lo que impacta en que no haya una seguridad en caso de volcaduras. Cabe hacer mención que, a nivel internacional, existen estándares de calidad que son obligatorios, que permiten una mecanización sostenible con acceso a tecnologías mejoradas (Machado et al., 2020).

Conclusiones

El mercado de maquinaria agrícola en México se ha consolidado como un sector atractivo para fabricantes y distribuidores nacionales e internacionales. Esta dinámica ha generado una mayor oferta de marcas y equipos en el país, lo cual, si bien ofrece más opciones a los productores, también plantea retos importantes en cuanto a la estandarización y garantía de calidad y seguridad. Esta situación refleja la falta de regulación que pone en riesgo la integridad de los usuarios finales y debilita la competitividad de quienes sí cumplen con estándares. Sin embargo, el país cuenta con una infraestructura técnica e institucional capaz de desarrollar y aplicar estándares oficiales. Para consolidar un sistema de certificación efectivo, es necesario fortalecer el marco normativo y hacerlo obligatorio, particularmente en lo que respecta a seguridad. Esta medida permitiría establecer igualdad de condiciones para todos los actores del mercado, elevando la calidad de los equipos disponibles. De establecerse una política pública en este sentido, las perspectivas para el fortalecimiento del sector son positivas, pues se incentivaría la innovación, la competitividad y, sobre todo, la protección del capital humano y productivo del campo mexicano.

Literatura citada

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Censo Agropecuario 2022: Resultados definitivos. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdnal.pdf

Machado, R., Mendoza, F. J., y Rivera, E. (2020). La mecanización agrícola en América Latina: retos y oportunidades para el desarrollo sostenible. FAO y CEPAL. https://www.fao.org/3/ca8330es/CA8330ES.pdf

Research And Markets (s. f.). Análisis del tamaño y la participación del mercado de tractores agrícolas en México: tendencias de crecimiento y pronóstico 2025-2033. Research And Markets Ltd 2025. https://www.researchandmarkets.com/reports/6054921/mexico-agricultural-tractor-market-size-share#src-pos-2

SADER. (2018). Programa de fomento a la agricultura: Componente modernización de maquinaria y equipo. Gobierno de México. Recuperado de https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/programa-de-fomento-a-la-agricultura-componente-modernizacion-de-maquinaria-y-equipo

RECONFIGURACIÓN DE LA ECONOMÍA RURAL: PLATAFORMAS DIGITALES, FINTECH Y NUEVOS CIRCUITOS DE COMERCIALIZACIÓN EN EL VALLE IZTACCÍHUATL–POPOCATÉPETL, PUEBLA

José Luis López Gonzalez[1*]; Araceli Ortiz Carranco[1]; José Gonzalo Ramírez Rosas[1]
[1]Universidad Politécnica de Puebla. Tercer Carril del Ejido, Serrano s/n, Cuanalá, 72640.
* jose.lopez@uppuebla.edu.mx

Introducción

La irrupción de las tecnologías digitales ha generado transformaciones profundas en los territorios rurales, desafiando las estructuras económicas tradicionales y promoviendo la emergencia de lo que se denomina una nueva ruralidad digital. En este contexto, el Valle Iztaccíhuatl–Popocatépetl, específicamente en municipios de Puebla (Calpan, San Nicolas de los Ranchos, Nealtican, Juan C. Bonilla, Domingo Arenas, Chiautzingo, Huejotzingo) donde se realizó la presente investigación, representan un caso paradigmático de cómo las plataformas digitales y las soluciones Fintech están reconfigurando los circuitos de mercado, la organización productiva y las relaciones socioeconómicas en comunidades históricamente vinculadas a la agricultura y la silvicultura (Rodríguez, 2025). Este estudio analiza los procesos de integración tecnológica en los espacios rurales, identificando tanto las oportunidades como los desafíos que enfrentan los productores, cooperativas y pequeños emprendedores locales.

Materiales y métodos

La investigación adoptó un enfoque interdisciplinario con diseño mixto descriptivo–explicativo para analizar la digitalización comercial de pequeños productores del Valle. Se utilizaron cuestionarios estructurados, entrevistas semiestructuradas, observación directa y revisión documental como herramientas de obtención de datos. La muestra se integró mediante muestreo por criterios, considerando productores con distintos niveles de adopción tecnológica. El análisis combinó estadística descriptiva y análisis temático para asegurar la triangulación de la información.

Resultados y discusión

La incorporación de soluciones Fintech, como aplicaciones de pagos digitales, microcréditos y sistemas de ahorro electrónico, facilita la inclusión financiera de actores que tradicionalmente han estado marginados del sistema bancario formal (Ciprian y Torres, 2025). Estos cambios no solo incrementan la competitividad de los productores, sino que también transforman la gobernanza económica local, fortaleciendo redes de colaboración, asociatividad y planificación comunitaria (ver Cuadro 1). El análisis comparativo realiza por la presente investigación considerando 2015–2026 evidencia transformaciones estructurales asociadas a la adopción de soluciones Fintech. El acceso a servicios financieros aumentó de 38% a 74% (+36), mientras que el crédito productivo pasó de 24% a 57% (+33). El ahorro formal creció 29% y las ventas extra locales 35%, reflejando mayor integración a mercados ampliados. La participación organizativa subió 28% y la inclusión de mujeres y jóvenes 23%, indicando efectos sociales positivos. Destaca la reducción de costos de transacción de 10% a 4% (−60%), señalando ganancias sustantivas en eficiencia económica y competitividad territorial. El Cuadro 1, expone un hallazgo clave y es la emergencia de nuevos circuitos de mercado que combinan lo físico y lo digital. Actualmente los productores no solo comercializan sus productos a través de mercados y tiendas locales, sino que ahora participan en plataformas de venta en línea, marketplaces regionales y redes sociales. Esta integración tecnológica permite una mayor trazabilidad de los productos, mejora la eficiencia logística y facilita la comunicación directa con los consumidores, reduciendo intermediarios y aumentando los márgenes de rentabilidad. No obstante, la digitalización también introduce nuevas dinámicas de dependencia tecnológica y exposición a riesgos de exclusión digital para quienes no poseen las competencias técnicas o la infraestructura necesaria.

Cuadro 1. Adopción de circuitos de mercado híbridos y efectos en la eficiencia comercial.

Variable analizada	Frecuencia (n=120 productores)	Media	Desviación
Venta en ferias y tiendas locales	102 (85%)	4.3	0.7
Uso de redes sociales para ventas	78 (65%)	3.6	1.1
Participación en marketplaces regionales	54 (45%)	2.9	1.3
Estrategia híbrida (físico + digital)	72 (60%)	3.8	0.9
Implementación de trazabilidad básica	69 (58%)	3.4	1.0
Comunicación directa con clientes	83 (69%)	3.9	0.8
Mejora percibida en eficiencia logística	64 (53%)	3.5	0.9
Incremento en márgenes de rentabilidad	59 (49%)	3.2	1.2

Fuente: elaboración propia con datos de campo, 2025.

Los resultados evidencian una configuración comercial predominantemente tradicional, donde 85% de los productores mantiene ventas en ferias y tiendas locales (media=4.3; DE=0.7), lo que indica alta consolidación y baja dispersión en este canal. No obstante, la adopción digital muestra una tendencia creciente: 65% utiliza redes sociales y 60% implementa estrategias híbridas, reflejando un proceso de transición estructural hacia esquemas multicanal. La participación en market-places regionales (45%; media=2.9; DE=1.3) sugiere integración comercial intermedia y mayor heterogeneidad. La implementación de trazabilidad y la comunicación directa fortalecen la confianza y reducen costos de intermediación. Aunque 53% percibe mejoras logísticas, el incremento en márgenes (49%; media=3.2; DE=1.2) revela efectos económicos moderados. En el Valle Iztaccíhuatl–Popocatépetl, la digitalización también incide en capital social, inclusión y gobernanza productiva, requiriendo políticas de capacitación, infraestructura y seguridad digital.

Conclusiones

La investigación concluye que la integración de plataformas digitales y soluciones Fintech en el Valle Iztaccíhuatl–Popocatépetl fortalece la economía local y la resiliencia territorial, posicionando a la nueva ruralidad digital como un eje de desarrollo. No obstante, se requiere impulsar capacidades técnicas y financieras, mejorar la conectividad y promover la inclusión de grupos vulnerables mediante la cooperación público-privada. La digitalización emerge como un instrumento estratégico para elevar la competitividad rural, reducir brechas de inequidad y vincular territorios marginados con la economía global.

Literatura citada

Ciprian Almario, S., & Torres Zárate, I. Y. (2025). Caracterización de las entidades o instituciones de servicios financieros mediadas por tecnología (Fintech) en Colombia entre los años 2008 a 2024 [Trabajo de grado de pregrado, Universidad de América]. Repositorio Institucional Universidad de América. https://repository.uamerica.edu.co/items/b82b3dbb-bdba-4b1b-a0ff-c2854bdea8ae

Rodríguez Aguirre, A. Y. (2025). HarvestPay: Diseño de una plataforma colaborativa para la refinanciación de créditos agropecuarios en Colombia, con enfoque en inclusión financiera e impacto socioeconómico [Trabajo de grado, Universidad EAN]. Minerva Repositorio Institucional Universidad EAN. https://repository.universidadean.edu.co/items/ec527ed1-bda5-4892-af6a-f30cfa4a080d

ECONOMÍA DEL BOSQUE Y DESARROLLO TERRITORIAL: UN ESTUDIO DE EJIDOS FORESTALES EN PUEBLA

José Luis López Gonzalez[1]; Conrado Marquez Rosano[2]; Brigido Vázquez Maldonado[3]

[1] Universidad Politécnica de Puebla; [2]Universidad Autónoma Chapingo – Centros Regionales;
[3]Universidad Autónoma Chapingo – Posgrado Desarrollo Rural
México-Texcoco km 38.5, Chapingo, México
* jose.lopez@uppuebla.edu.mx

Introducción

En la Sierra Norte de Puebla, los ejidos forestales han consolidado esquemas de manejo forestal comunitario que fortalecen la gobernanza territorial y la sostenibilidad en el uso del bosque (Merino, 2018). La articulación de cadenas de valor maderables evidencia avances en la apropiación productiva, aunque persisten restricciones estructurales vinculadas a infraestructura, financiamiento y profesionalización empresarial. En este contexto, el turismo forestal comunitario emerge como estrategia complementaria que diversifica ingresos mediante la valorización del paisaje, la biodiversidad y el patrimonio biocultural. La integración entre manejo forestal y turismo amplía la multifuncionalidad del territorio, reduce vulnerabilidades económicas y genera inclusión laboral para mujeres y jóvenes (Torres, 2016). El estudio analizó la economía del bosque y la interacción entre manejo comunitario, turismo y cadenas de valor como ejes de desarrollo territorial sostenible e inclusivo.

Materiales y métodos

La investigación utilizó un enfoque mixto y un diseño descriptivo-analítico basado en estudios de caso, adecuado para examinar procesos organizativos en ejidos rurales. Se seleccionaron ejidos mediante muestreo intencional, considerando aprovechamiento maderable, organización comunitaria e iniciativas de diversificación económica, especialmente turismo. La investigación se desarrolló en cuatro fases: revisión documental de planes, estadísticas y literatura; trabajo de campo con entrevistas semiestructuradas a autoridades y actores locales; observación directa de infraestructura y servicios turísticos; y análisis de cadenas de valor maderables.

Resultados y discusión

Los resultados demuestran que el manejo forestal comunitario ha contribuido significativamente al fortalecimiento organizativo de los ejidos. El análisis estadístico del Cuadro 1 (n = 11 ejidos) evidencia que el manejo forestal comunitario ha fortalecido la gobernanza local, mediante asambleas activas, reglamentos y comités de vigilancia, aunque persiste una marcada heterogeneidad económica. La superficie forestal promedio fue de 229.82 ha (DE = 150.41), con una intensidad media de aprovechamiento de 63.7 %. El volumen promedio extraído ascendió a 943.56 m³ (DE = 703.28) y el ingreso promedio a $1,730,292 MXN (DE = $1,116,845), mostrando alta dispersión (CV = 64.5 %). La correlación entre volumen e ingreso fue fuerte y significativa ($r = 0.91$; $p < 0.01$), con un modelo de regresión lineal que explicó 83 % de la variabilidad del ingreso ($R^2 = 0.83$). No obstante, el ingreso promedio por m³ fue de $1,472, observándose mayor eficiencia en Coayuca e Ixtlahuaca respecto al promedio general. En contraste, Jicolapa, pese a su alto volumen (2,316.38 m³), no presenta proporcionalmente mayor rentabilidad relativa, sugiriendo limitaciones en valor agregado y comercialización. Ejidos de baja escala como Tulimán muestran reducida contribución al ingreso regional. En conjunto, los resultados indican que el volumen explica gran parte del ingreso, pero factores de gestión empresarial, acceso a mercado y transformación productiva condicionan la rentabilidad final.

Cuadro 1. Superficie forestal, aprovechamiento, ingreso y volumen de producción.

Ejido	Superficie forestal (ha)	Superficie bajo aprovechamiento forestal (ha)	Volumen de aprovechamiento forestal (m^3)	Volumen por categorías comerciales (m^3)	Ingreso total promedio ($)
Corral Blanco	389.50	81.87	728.34	473.42	1,170,624
Atotonilco	84.32	76.16	659.94	428.96	1,087,845
Rio Blanco	179.60	174.09	1,786.02	1,160.91	3,021,499
Ixtlahuaca	157.22	150.63	850.36	552.73	1,364,827
Eloxochitlan	174.80	174.80	1,208.47	785.50	1,952,280
Tuliman	93.84	34.13	163.27	106.12	272,726
Jicolapa	390.94	365.46	2,316.38	1,505.65	3,799,789
Coayuca	112.88	109.43	393.93	256.05	643,228
Tenejaque	274.54	0	0.00	0.00	0
El Terrero	534.13	930.00	1,585.08	1,030.30	2,580,110
Mesa Chica	130.28	114.37	683.33	444.16	1,146,286

Fuente: Elaboración propia 2026.

Por otra parte, en la zona de estudio, la actividad turística presenta un crecimiento sostenido para la economía regional: en el último trimestre de 2023, Zacatlán registró ingresos por 94.48 millones de pesos y Chignahuapan 78.31 millones (DATATUR, 2023). A partir de un modelo econométrico exploratorio con datos estimados (n = 32 unidades económicas), se calculó que el turismo contribuye entre 11.4 % y 14.2 % del Valor Agregado Bruto municipal, observándose una correlación positiva alta entre afluencia turística e ingresos ($r = 0.76$; $p < 0.05$), lo que confirma su peso estructural en la dinámica económica local. En los ejidos forestales de los municipios de Zacatlán y Chignahuapan, la dotación de activos naturales estratégicos: bosques templados, paisajes serranos y biodiversidad, sustenta un índice de potencial turístico forestal estimado en 78 y 74 puntos (escala 0–100), respectivamente; el turismo forestal comunitario, aunque en fase de consolidación, involucra a cinco núcleos agrarios (n = 67 ejidatarios), donde 38 % reporta ingresos complementarios promedio de $18,500 anuales (DE = $4,200), equivalentes a 9.6 % del ingreso rural medio, con 42 % de emprendimientos liderados por mujeres y 27 % por jóvenes. Finalmente, el análisis de multiplicadores locales (modelo insumo-producto simplificado) arroja un coeficiente de 1.63, lo que implica que por cada peso generado en turismo se inducen 0.63 pesos adicionales en actividades conexas, evidenciando su papel estratégico en la diversificación productiva, la inclusión social y la resiliencia territorial.

Conclusiones

Los ejidos forestales de la Sierra Norte de Puebla poseen condiciones favorables para consolidar modelos de desarrollo territorial basados en la multifuncionalidad del bosque. El manejo forestal comunitario ha demostrado ser una herramienta eficaz para equilibrar conservación y aprovechamiento productivo. La integración del turismo dentro de las cadenas de valor representa una oportunidad estratégica para fortalecer la resiliencia económica, reducir la dependencia del mercado maderero y ampliar la base productiva local.

Literatura citada

Merino, L. (2018). Gobernanza forestal comunitaria en México. CONABIO.

Secretaría de Turismo. (2023). Compendio Estadístico del Turismo en México 2023. Datatur. Recuperado de datatur.sectur.gob.mx

Torres, J. M. (2016). Sustainable forest management in Mexico.

EL DIALOGO DE SABERES, BASE FUNDAMENTAL EN LAS ESCUELAS CAMPESINAS

Adrián Lozano-Toledano[1*]; Artemio Cruz-León[1], Bernardino Mata-García[2]; Lucio Noriero-Escalante[3]

[1] Posgrado en Desarrollo Rural Regional de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh); [2] Departamento de Sociología Rural de la UACh; [3] Dirección General de Investigación, Posgrado y Servicio de la UACh

* alozanot@gmail.com

Introducción

Se aborda el análisis del diálogo de saberes como fundamento pedagógico, epistemológico y político de las Escuelas Campesinas (ESCAMP). A partir de un enfoque cualitativo–descriptivo y del método de investigación–acción participativa, se presentan experiencias de aprendizaje campesino y organización comunitaria desarrolladas entre 2022 y 2024. Los resultados permiten observar que el diálogo de saberes genera espacios horizontales de coconstrucción del conocimiento, promueve la innovación agroecológica y fortalece la autonomía local en la gestión territorial. De igual forma se muestra que las ESCAMP constituyen una práctica de educación rural transformadora, que vincula saberes campesinos, indígenas y académicos en procesos de etnodesarrollo y justicia cognitiva.

Materiales y Métodos

En la región de Tlapacoyan, Veracruz, México, se ha implementado el Modelo de Escuelas Campesinas (ESCAMP), un Modelo que busca contribuir a mejorar la calidad de vida, no son las escuelas convencionales, son espacios no formales para los procesos de enseñanza-aprendizaje, donde a través de la Metodología de Campesino a Campesino y el desarrollo de la Investigación Acción Participativa (IAP), los campesinos adquieren conocimientos, destrezas y capacidades que les permite un desarrollo integral en sus actividades (Lozano,2016). Se presentan los resultados de campo obtenidos en diecisiete Escuelas Campesinas de Veracruz, sistematizadas durante el periodo 2022–2024.

La investigación se estructuró en tres fases: 1) Diagnóstico participativo, en el que los propios campesinos identificaron los problemas centrales de sus comunidades (suelo, plagas, pérdida de semillas, comercialización). 2) Intervención educativa y de acción colectiva, que incluyó prácticas de campo, talleres, intercambios de experiencias y elaboración de materiales didácticos y 3) Sistematización y análisis participativo, en los que los actores locales validaron los resultados y reflexionaron sobre los aprendizajes obtenidos.

Resultados y Discusión

Los resultados se interpretan desde la filosofía de la liberación (Dussel, 1998), la pedagogía crítica de Freire (1970) y la ecología de saberes de Santos (2018), enmarcados en el principio ético de reconocimiento del otro y la descolonización del conocimiento (Quijano, 2000). Desde esta perspectiva, las ESCAMP no son simplemente espacios de formación técnica, sino territorios pedagógicos y epistemológicos donde se produce un diálogo entre saberes locales, campesinos, indígenas y académicos.

Las ESCAMP analizadas representaron una red de diecisiete núcleos de formación agroecológica, distribuidos en cinco regiones de Veracruz, en donde se fortalece la tradición cafetalera y la organización campesina facilitando los procesos de educación territorial

sostenidos. Estas experiencias se conciben como espacios de interaprendizaje más que como escuelas en el sentido convencional. Cada una integró entre 20 y 40 participantes activos —campesinos, jóvenes y mujeres rurales— y articulan saberes agronómicos, ecológicos y culturales. El denominador común de todas las experiencias fue la práctica del diálogo de saberes, entendida aquí no solo como intercambio cognitivo, sino como una metodología de investigación y transformación. Por el espacio del resumen se presenta solo una de las experiencias, pero en la ponencia se presentará el cuadro completo.

	Nombre	Lugar/Municipio	Áreas de acción	Dialogo de Saberes
1	Escuela Campesina de Formación de Productores Orgánicos.	Ejido el Jobo, Tlapacoyan.	Medio Ambiente, Educación Ambiental, Producción Orgánica, Ecotecnias, Rescate de los ríos.	Los campesinos compartieron su cosmovisión, su concepción de la importancia del cuidado del ambiente, además sus conocimientos chamánicos en el manejo de la energía.

Conclusiones

El diálogo de saberes lejos de ser una metodología auxiliar, es una forma de producir conocimiento colectivo que reconoce la pluralidad epistémica y la autonomía de las comunidades rurales. Los resultados muestran que los procesos educativos basados en la práctica y la reflexión permiten generar ciencia situada, en coherencia con la filosofía de la liberación (Dussel, 2015) y las epistemologías del Sur (Santos, 2018).

Literatura Citada

Dussel, E. (1998). Ética de la liberación en la edad de la globalización y de la exclusión. Trotta.
Dussel, E. (2015). Filosofías del Sur: descolonización y transmodernidad. Akal.
Freire, P. (1970). Pedagogía del oprimido. Siglo XXI.
Lozano T. A. 2016. Las Escuelas Campesinas (ESCAMP) en México: una opción de desarrollo regional. En: Aguilar A. J y Santoyo C. V. H. 2016. Modelos Alternativos de capacitación y extensión comunitaria AM Editores-Clave Editorial y UACh. México
Quijano, A. (2000). Coloniality of power, eurocentrism and Latin America. *Nepantla: Views from South,* 1(3), 533–580.
Santos, B. de S. (2018). Epistemologies of the South: Justice against epistemicide. Routledge.

EFECTOS DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO ACTUAL EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN MEXICANA

Horacio Reyes-Gómez[1*]; Enrique Genaro Martínez-González[1]; Jorge Aguilar-Ávila[1]; Norman Aguilar-Gallegos[2]
[1]Universidad Autónoma Chapingo-Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM).
[2]Universidad Panamericana-Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, México.
* h.reyes@ciestaam.edu.mx

Introducción

Además de ser insuficientes, los Sistemas Agroalimentarios (SA) actualmente han ocasionado graves problemas sociales, que sumados al aumento de la población limitan el acceso a una dieta saludable, nutritiva y sostenible, lo que ha derivado en problemas públicos como el sobrepeso, la obesidad, la mal nutrición y un aumento de enfermedades no transmisibles como la diabetes tipo 2 y algunos tipos de cánceres (Garcia-Bernardo, 2023). Por lo descrito, el objetivo de esta investigación fue estudiar el Sistema Agroalimentario Nacional (SAN) en México, para identificar su efecto sobre la salud de la población.

Materiales y Métodos

El estudio es de alcance nacional. Se consideraron 27 especies vegetales y animales de interés prioritario de acuerdo con los resultados del Censo Agropecuario 2022; además, se incluyeron tres productos y subproductos, que, por el volumen de consumo en toneladas, son los más representativos del SAN mexicano.

Los datos se obtuvieron de diversas secciones de los repositorios electrónicos oficiales de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2025) y de COMTRADE (2025). De ambas fuentes se obtuvieron datos relacionados con la producción nacional, exportaciones e importaciones de cada especie incluida en el estudio. Con la información obtenida, se estimó el Consumo Aparente (CA) por especie. Finalmente, se consultaron datos sobre la salud de la población mexicana del Observatorio de Salud Global (World Health Observatory (WHO), 2025). Los indicadores sobre la salud de la población mexicana se correlacionaron, mediante la prueba de Pearson, con el CA estimado por cada una de las especies.

Resultados y discusión

Al correlacionar los datos disponibles para el periodo 1990-2022, para cada especie, se encontró que el consumo de trigo, aves y lácteos se asocia con un mayor sobrepeso y obesidad; por el contrario, el consumo de especies como el maíz, sorgo y pescado, mostraron una asociación negativa con los indicadores de salud (ver Figura 1). Los resultados coinciden con los hallazgos de The Lancet Planetary Health (2025), donde se identificó que las dietas de baja calidad contribuyen con la carga de enfermedades.

Conclusiones

El SA se sostiene en poca diversidad de especies de interés nacional, lo que se asocia al aumento de sobrepeso y obesidad poblacional. En definitiva, además de promover la producción, los tomadores de decisiones deben también considerar el consumo responsable, no solo el valor de la producción para definir si una especie vegetal o animal es de interés nacional.

Especie	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G2	H2	I2	J3	K4	L5
Aguacate	-0.45	0.66	0.78	-0.18	0.63	0.72	-0.22	-0.27	0.53	0.59	0.88	0.31
Avena	-0.45	0.61	0.71	-0.23	0.59	0.67	-0.23	-0.29	0.45	0.53	0.74	0.27
Aves de corral 6,7	-0.35	0.67	0.96	0.93	0.96	0.96	-0.93	-0.92	-0.81		0.96	
Banano	-0.41	0.54	0.65	-0.20	0.54	0.61	-0.22	-0.28	0.50	0.36	0.63	0.20
Bovino 6,7	0.63	0.36	0.35	0.53	0.35	0.37	0.34	0.40	0.58		0.36	
Cacao	-0.08	0.18	0.21	0.03	0.15	0.19	0.19	0.22	-0.34	-0.65	0.27	-0.20
Café	-0.37	0.44	0.57	-0.21	0.48	0.54	-0.18	-0.23	0.48	0.37	0.54	0.27
Calabaza	-0.43	0.58	0.68	-0.21	0.57	0.64	-0.22	-0.27	0.51	0.42	0.68	0.25
Cebada	-0.32	0.37	0.49	-0.16	0.41	0.46	-0.18	-0.22	-0.09	0.22	0.41	0.20
Cebolla	-0.82	0.87	0.87	-0.71	0.88	0.88	-0.27	-0.13	0.53	0.66	0.70	0.83
Cerdo 6,7	-0.29	0.60	0.82	0.80	0.81	0.81	-0.93	-0.91	-0.82		0.82	
Coco	-0.21	0.08	0.06	-0.31	0.14	0.10	-0.14	-0.15	-0.20	0.34	-0.10	0.51
Frijol	0.17	-0.18	-0.17	0.15	-0.17	-0.17	-0.23	-0.27	0.06	-0.24	-0.09	-0.12
Huevo 6,7	-0.30	0.69	0.98	0.95	0.98	0.98	-0.93	-0.90	-0.80		0.98	
Leche 6,7	-0.41	0.69	0.89	0.84	0.89	0.89	-0.92	-0.90	-0.77		0.89	
Limón	-0.88	0.94	0.95	-0.71	-0.95	0.95	-0.40	-0.43	0.38	0.65	0.87	0.94
Maíz	0.24	-0.39	-0.45	0.07	-0.36	-0.42	0.07	0.21	0.00	-0.36	-0.57	-0.10
Melón	0.75	0.85	0.86	-0.60	0.84	0.87	-0.22	-0.29	0.30	0.74	0.78	0.78
Naranja	-0.41	0.64	0.69	-0.18	0.56	0.64	-0.21	-0.27	0.52	0.38	0.70	-0.02
Nuez	-0.81	0.93	0.97	-0.61	0.92	0.95	-0.35	-0.38	0.41	0.73	0.95	0.95
Ovino y caprino 6,7	0.22	-0.25	-0.52	-0.50	-0.52	-0.52	0.23	0.29	0.36		-0.52	
Papa	-0.84	0.91	0.93	-0.68	0.91	0.93	-0.12	-0.01	0.36	0.56	0.81	0.87
Papaya	-0.76	0.80	0.80	-0.62	0.80	0.79	0.01	0.13	0.22	-0.04	0.48	0.64
Peces 6,7	0.76	-0.36	-0.75	-0.60	-0.75	-0.73	0.89	0.90	0.91		-0.74	
Sandía	-0.46	0.40	0.30	-0.49	0.39	0.31	0.13	0.14	0.02	-0.45	-0.31	0.32
Sorgo	0.22	-0.49	-0.57	-0.01	-0.40	-0.52	0.34	0.29	-0.45	-0.74	-0.92	0.12
Soya	0.53	-0.31	-0.17	0.65	-0.35	-0.22	-0.17	-0.28	0.69	0.72	0.72	-0.57
Tomate	-0.46	0.55	0.58	-0.31	0.53	0.55	-0.02	0.02	0.37	0.15	0.45	0.18
Trigo	-0.83	0.89	0.91	-0.69	0.90	0.91	-0.14	-0.19	0.49	0.80	0.81	0.89
Visceras 6,7	-0.22	0.65	-0.93	0.93	0.93	0.93	-0.82	-0.78	-0.60		0.93	

Figura 1. Correlación de Pearson entre indicadores de salud y el consumo aparente de las 30 principales especies vegetales y animales del sector agroalimentario mexicano.

A1: Bajo peso entre adultos; **B1:** Sobrepeso entre adultos; **C1**: Obesidad entre adultos; **D1**: Delgadez 5-19 años; **E1**: sobrepeso 5-19 años; **F1:** obesidad 5-19 años; **G2**: Mujeres y niños de 6 - 59 meses; **H2**; mujeres embarazadas entre 15 – 49 años; **I2**: mujeres no embarazadas entre 15 – 49 años; **J3:** bajo peso al nacer; **K3**: actividad física insuficiente entre adultos de 18 años en adelante; **L5**: aumento de glucosa en la sangre. Fuente: elaboración propia con datos de COMTRADE, FAO y WHO (2025).

Literatura citada

COMTRADE. (2025, February 13). Free access to detailed global trade data. Tade Data. https://comtradeplus.un.org/

Garcia-Bernardo, R. (2023). Desarrollo desigual y combinado y fractura dietaria en el sistema agroalimentario del siglo XXI. *Argumentos Revista de Crítica Social*, (28), 46–78. http://publicaciones.sociales.uba.ar/argumentos/N°28|Octubrede2023

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2025, January 13). *Balances de alimentos*. https://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS

The Lancet Planetary Health. (2025). An EAT special. *The Lancet Planetary Health*, *9*(10), 101387. https://doi.org/10.1016/j.lanplh.2025.101387

World Health Observatory (WHO). (2025, April 15). The Global Health Observatory. Explore a World of Health Data. https://www.who.int/data/gho/data/indicators

ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE AJONJOLÍ EN MÉXICO

Samuel Rivera-López*; Oscar Iván Reyes-Maya; María del Socorro Fernández-Silva; Ramón Gómez-Castillo
Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México.
* sriveral@chapingo.mx

Introducción

El ajonjolí es una planta herbácea de semilla oleaginosa, su cultivo es anual, es muy cultivado en los países de Oriente Medio y en la India, de donde es originario (FIRCO, 2017). La producción de ajonjolí en México presenta variaciones estacionales debido a factores climáticos, agronómicos y de mercado, sin embargo, es un cultivo con gran potencial para la alimentación humana y en la industria, ya que se usa para producir aceites comestibles, margarinas y hasta cosméticos (SADER, 2022). El objetivo de la presente investigación fue analizar la estacionalidad de la producción del cultivo de ajonjolí en el país, con la finalidad de identificar a los principales estados productores, los ciclos de siembra y cosecha, las variaciones en las variables de producción y el saldo de la balanza comercial de este producto agrícola.

Materiales y métodos

Se utilizaron datos históricos de la producción de ajonjolí, se consultó el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP); el periodo de estudio fue de 2000 a 2024. Se calculó la tasa de crecimiento acumulada (TCA), en términos porcentuales, del periodo analizado (Rivera, *et al*., 2020). Se identificó la estacionalidad de la producción de ajonjolí en México mediante la base de datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). El análisis de la balanza comercial del ajonjolí mexicano se realizó con base en los datos de las estadísticas agrícolas y alimentarias de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT).

Resultados y discusión

Los resultados indican que de 2000 a 2024 tanto la superficie sembrada, como la superficie cosechada tuvieron tasas de crecimiento acumuladas negativas, siendo del -12% y -17%, respectivamente. En 2024 se sembraron 64 mil hectáreas, lo que representó una caída del 9.4% con respecto a la superficie sembrada en 2023 (SIAP, 2025); la tendencia en el largo y corto plazo es semejante. El valor de la producción en el periodo de análisis se incrementó en 261%, lo cual es atribuido al incremento en el precio medio rural, que pasó de 5,664.79 pesos por tonelada en el 2000 a 18,905.07 pesos por tonelada en 2024. En 2024 el precio promedio del ajonjolí disminuyó 16% en comparación con el año anterior (SIAP, 2025); la tendencia en el largo y corto plazo difiere, sin embargo, es un cultivo que se ha apreciado en los últimos años. En 2024, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, Oaxaca y Chiapas fueron los principales estados productores de ajonjolí en México, cosechando el 97% de la producción nacional (Figura 1).

De acuerdo con la información del Panorama Agroalimentario 2025, la producción de ajonjolí en México es de primavera-verano, bajo condiciones de temporal, lo cual implica que cerca del 85% de la producción en el país se obtiene de noviembre a enero (SIAP, 2025).

De 2000 a 2024 el mercado mexicano ha sido importador neto de ajonjolí en volumen, el saldo en la cantidad de la balanza comercial, en toneladas, ha sido negativo en todo el periodo analizado; con respecto al valor, algunos años han presentado superávit, es decir, el valor de las exportaciones ha sido mayor que el de las importaciones. De 2016 a 2024, el saldo de la balanza comercial ha sido negativo tanto en volumen, como en valor (Figura 2), de 2023 a 2024 el valor y volumen de las exportaciones de ajonjolí mexicano al mercado mundial disminuyeron en un

68% (SIAP, 2025). El precio de importación tuvo una TCA de 122%; en 2024 el precio promedio de importación del ajonjolí, desde el mercado mundial, fue de 1,699.55 dólares por tonelada.

Figura 1. Porcentaje de participación por estado en la producción nacional de ajonjolí. Fuente: elaboración propia con datos de SIACON (2026).

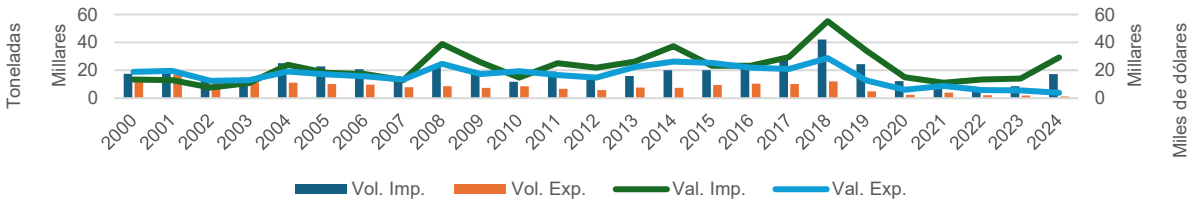


Figura 2. Evolución de la balanza comercial de ajonjolí mexicano al mercado mundial. Fuente: elaboración propia con datos de FAOSTAT (2026).

Conclusiones

La producción de ajonjolí es estacional, se siembra principalmente en el ciclo de primavera-verano. La producción se concentra en cinco estados de México, lo que permitiría identificar los principales factores que han afectado la siembra y cosecha de este producto. La importación de esta oleaginosa es de importancia para satisfacer el consumo nacional, por lo que es necesario identificar las variables que influyen en la importación de este producto.

Literatura citada

FAOSTAT. (2026). Base de datos estadísticos sobre el comercio de cultivos y productos de ganadería. Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de https://www.fao.org/faostat/es/#data/TCL

FIRCO. (2017). Ajonjolí, oleaginosa como Cultivo Alternativo. Blog de Fideicomiso de Riesgo Compartido, Gobierno de México. Publicado el 22 de noviembre de 2017. Consultado en línea y recuperado de https://www.gob.mx/firco/articulos/ajonjoli-oleaginosa-como-cultivo-alternativo?idiom=es#:~:text=El%20ajonjol%C3%AD%20es%20una%20planta,India%2C%20de%20donde%20es%20originario.

Rivera-López, S., Perales-Salvador, A., Del Valle-Sánchez, M., & Caamal-Cauich, I. (2020). Panorama de la producción y comercialización de naranja en México. *Agro Productividad,* 13(7). Recuperado de https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1614

SADER. (2022). Datos que debes conocer sobre el ajonjolí. Blog de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México. Publicado el 20 de enero de 2022. Consultado en línea y recuperado de https://www.gob.mx/agricultura/articulos/datos-que-debes-conocer-sobre-el-ajonjoli?idiom=es

SIACON. (2026). Módulo agrícola. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/documentos/siacon-ng-161430

SIAP. (2025). Panorama Agroalimentario 2025. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035

LA TRANSFORMACIÓN DEL CRÉDITO AGRÍCOLA EN MÉXICO

Sergio Alonso Salas-Torres[1*]; María Isabel Palacios-Rangel[1]; Enrique Genaro Martínez-González[1]; Victoria Pacheco-Almaraz[2]
[1]CIESTAAM; [2]División de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México. C.P. 56230
[*] sergio.alonso@ciestaam.edu.mx

Introducción

El sistema financiero mexicano integra a las instituciones encargadas de captar, administrar y canalizar el ahorro y la inversión, bajo un régimen orientado a preservar la estabilidad y proteger a los usuarios. Dentro de este marco, el sistema de crédito agrícola (SCA) ha experimentado una transformación institucional profunda. La literatura documenta su evolución desde los primeros bancos de fomento hacia esquemas progresivamente descentralizados y, posteriormente, hacia el modelo de segundo piso (García Murillo & Aguilar Aguilar, 2023; Zambrano Guadarrama, 2024). La liberalización financiera y la reconfiguración del sistema fortalecieron el papel de los intermediarios financieros (IF) en la provisión de crédito al sector primario y dieron lugar a una diversidad de modelos de negocio, resultado de ajustes regulatorios, financieros y operativos acumulados a lo largo del tiempo. En este contexto, el objetivo de la investigación fue analizar la evolución histórica del SCA y caracterizar los modelos de negocio de los principales IF del país en el medio agrícola.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló con un enfoque cualitativo. En una primera etapa, se reconstruyó la trayectoria del SCA en México para el periodo 1924–2025 mediante análisis de documentación histórica, centrada en las entidades proveedoras de crédito y los organismos reguladores, registrando su creación, transformación o extinción. Esta evolución se contextualizó en las condiciones político-económicas para vincularla con el paradigma de cada periodo. En una segunda etapa, se elaboraron modelos de negocio representativos de los subsectores del SCA, distinguiendo entre intermediarios financieros bancarios y no bancarios. Para su caracterización se utilizó la herramienta *Business Model Canvas* (Osterwalder y Pigneur, 2010), delimitando los nueve componentes del lienzo: socios, actividades y recursos clave, propuesta de valor, segmento del mercado, relación con clientes, canales, estructura de costos y fuentes de ingresos.

Resultados y discusión

El SCA en México se reconfiguró a partir de una trayectoria institucional marcada por cambios en el papel del Estado y en los mecanismos de financiamiento al sector primario. En una etapa inicial, alineadas con un paradigma de intervención estatal, entidades como el Banco Nacional de Crédito Agrícola, el Banco Nacional de Crédito Ejidal y el Banco Nacional Agropecuario operaron bajo esquemas de financiamiento directo, ante la necesidad de impulsar la producción agrícola (García Murillo & Aguilar Aguilar, 2023; Zambrano Guadarrama, 2024). Posteriormente, la creación de Banrural dio lugar a un proceso de centralización orientado a mejorar el control y eficiencia operativa, que precedió la transición hacia el modelo de segundo piso (González Pérez & López-Paniagua, 2024), consolidado mediante los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Este proceso fortaleció progresivamente el papel operativo de los IF, tanto bancarios como no bancarios (IFNB). En particular, las Sociedades Financieras de Objeto Múltiple y las Uniones de Crédito ampliaron su participación en la colocación de crédito agrícola (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, 2024), mientras que las entidades de ahorro y crédito

popular, representadas por las Sociedades Cooperativas de Ahorro y Préstamo, se consolidaron como un canal relevante para pequeños productores. Los lienzos *Canvas* evidenciaron propuestas de valor diferenciadas pero complementarias (Figura 1): la banca ofreció financiamiento estandarizado de mayor escala, sustentado en fondeo diversificado; los IFNB aportaron flexibilidad operativa y adaptación a las necesidades productivas; y el sector popular brindó proximidad territorial y acceso al crédito a productores excluidos de los canales tradicionales.

Figura 2. Lienzo *Canvas* del sector bancario comercial y sector popular a manera de contraste.

Conclusiones

La trayectoria del sistema de crédito agrícola respondió a un patrón cíclico. En periodos de crisis, el Estado asumió un papel protagónico no sólo como regulador, sino también como proveedor y gestor del crédito, concentrando funciones financieras para enfrentar desequilibrios económicos. En fases de estabilidad macroeconómica, esta intervención se replegó favoreciendo la apertura y participación de la banca privada. Esta alternancia explicó la transición hacia el modelo de segundo piso y la consolidación de esquemas de intermediación diferenciados, y complementarios, que configuran la estructura de la oferta actual de crédito en el sector agrícola.

Literatura citada

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2024). Flujo total de financiamiento. Catálogo de Datos Abiertos Del Gobierno de La República.

García Murillo, M. de los Á. S., & Aguilar Aguilar, G. (2023). El papel del Estado en el crédito agrícola, instituciones y sistema crediticio en el agro en Sinaloa, siglo XX. *Conjeturas Sociológicas, 10*(29), 1–34.

González Pérez, J. M., & López-Paniagua, R. (2024). Crédito a pequeños productores de maíz en regiones lacustres de Michoacán. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad, 45*(179), 242–263. https://doi.org/10.24901/rehs.v45i179.1059

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers. John Wiley & Sons.

Zambrano Guadarrama, E. X. (2024). El comienzo de la Banca de Desarrollo en México El Banco Nacional del Ejército, Fuerza Aérea y Armada y sus fundadores. *El Semestre de La Especialización, 5*(2), 263–295.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROGRAMAS AGRÍCOLAS FEDERALES EN UN TERRITORIO RURAL DEL TRÓPICO MEXICANO

Julio Vilaboa-Arróniz*; Jorge Aguilar-Ávila; Enrique Genaro Martínez-González

Centro Académico y de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial-CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
* julio.vilaboa@ciestaam.edu.mx

Introducción

En México, los programas agrícolas federales constituyen instrumentos centrales de política pública orientados al fortalecimiento del sector primario, la autosuficiencia alimentaria y el bienestar rural. Iniciativas como Producción para el Bienestar, Fertilizantes para el Bienestar y Sembrando Vida se implementan en diversos territorios mediante apoyos económicos directos, entrega de insumos y esquemas de acompañamiento técnico-productivo (Gobierno de México, 2024; SADER, 2024; SADER, 2025). Aunque estos programas comparten objetivos generales, presentan diferencias en sus mecanismos de intervención, instrumentos de política y orientación productiva. En territorios rurales del trópico mexicano, caracterizados por monocultivos comerciales y alta dependencia de insumos externos, la coexistencia programática plantea interrogantes sobre los modelos productivos que tienden a reforzarse o transformarse. Desde el enfoque agroecológico, la transición implica cambios progresivos hacia sistemas más diversificados y con menor dependencia de insumos químicos (Wezel et al., 2009), lo que supone transformaciones no solo técnicas, sino también institucionales y sociales (Sevilla & Woodgate, 2013). Sin embargo, la evidencia disponible suele analizar estos programas de manera individual, con limitada aproximación comparativa territorial. El objetivo del presente trabajo es analizar comparativamente los mecanismos de intervención de programas agrícolas federales que operan en un territorio rural del trópico mexicano, identificando sus diferencias operativas y posibles implicaciones para el desarrollo rural.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el municipio de Cosamaloapan, Veracruz, ubicado en la Cuenca Baja del Papaloapan, región caracterizada por el predominio de monocultivos comerciales (principalmente caña de azúcar y maíz) y la operación simultánea de diversos programas agrícolas federales. Se empleó un enfoque comparativo de carácter descriptivo-analítico. La información se obtuvo mediante revisión documental de reglas de operación y lineamientos oficiales de los programas; así como de trabajo de campo, mediante encuestas estructuradas y entrevistas, aplicadas en el 2025, a productores beneficiarios de los distintos apoyos. Para el análisis se definieron dimensiones comparativas relacionadas con: tipo de incentivo (transferencia directa o entrega de insumos), modalidad de intervención, mecanismos de acompañamiento técnico, orientación productiva y prácticas asociadas al manejo agrícola. La información fue sistematizada en bases de datos y examinada mediante estadística descriptiva y análisis comparativo por dimensiones operativas, con el fin de identificar diferencias, convergencias y posibles implicaciones territoriales.

Resultados y discusión

El análisis comparativo permitió identificar diferencias en los mecanismos de intervención y en las dinámicas territoriales asociadas a los principales programas agrícolas federales que operan en el municipio de Cosamaloapan, Veracruz. Las dimensiones consideradas se muestran en el Cuadro 1. En términos territoriales, los resultados sugieren que los programas analizados operan

bajo lógicas diferenciadas que inciden de manera distinta en la organización productiva local. Mientras algunos esquemas refuerzan prácticas productivas existentes mediante apoyos directos o insumos, otros incorporan componentes organizativos que promueven transformaciones graduales en la estructura productiva. Estas diferencias evidencian la relevancia de aproximaciones comparativas para comprender sus alcances e implicaciones en el desarrollo rural.

Cuadro 1. Dimensiones comparativas de los programas agrícolas federales en el municipio de Cosamaloapan, Veracruz.

Dimensión	Producción para el Bienestar	Fertilizantes para el Bienestar	Sembrando Vida
Tipo de incentivo	Transferencia económica directa al productor	Entrega directa de insumos (fertilizantes)	Apoyo económico con componente organizativo y productivo
Modalidad de intervención	Enfoque individual	Operativa-productiva centrada en insumos	Enfoque comunitario con acompañamiento técnico-social
Orientación productiva	Mejora de productividad en cultivos prioritarios	Intensificación productiva vía disponibilidad de insumos	Diversificación productiva y establecimiento de sistemas agroforestales
Implicación territorial	Mantiene la estructura productiva predominante	Incide en decisiones técnicas mediante disponibilidad de insumos	Introduce dinámicas organizativas y procesos de reconversión productiva

Conclusiones

El análisis comparativo mostró que los programas agrícolas federales que operan en el territorio estudiado presentan mecanismos de intervención diferenciados que inciden de manera distinta en la dinámica productiva local. Mientras algunos esquemas se orientan al fortalecimiento productivo mediante apoyos económicos o insumos, otros incorporan componentes organizativos vinculados a procesos de diversificación. Estos hallazgos evidencian la relevancia de aproximaciones comparativas para comprender las implicaciones territoriales de la política agrícola en contextos rurales del trópico mexicano.

Literatura citada

Gobierno de México. (2024). Sembrando Vida: Informe anual de resultados. Secretaría de Bienestar.

SADER. (2024). Programa Producción para el Bienestar: Lineamientos y montos de apoyo 2024. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

SADER. (2025). Programa Fertilizantes para el Bienestar: Cobertura nacional 2025. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Sevilla Guzmán, E., & Woodgate, G. (2013). Agroecology: Foundations in agrarian social thought and sociological theory. *Agroecology and Sustainable Food Systems, 37*(1), 32–44.

Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. *Agronomy for Sustainable Development, 29*, 503–515.

MODELO DE NEGOCIO PARA MAÍCES NATIVOS: EL CASO DE LA COOPERATIVA DETHÄ DENNÏ EN TLAXCALA

Jovita Vázquez-Rosales[1*]; Víctor Herminio Palacio-Muñoz[1]; Luis Llanos-Hernández[1]; Horacio Eliseo Alvarado-Raya[1]
[1]Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial (CIESTAAM).
* jovita.vazquez@ciestaam.edu.mx

Introducción

Ixtenco es conocido como el último bastión de la cultura Otomí en Tlaxcala, se distingue por su profunda vocación agrícola; El maíz criollo no ha sido desplazado por completo por la agricultura industrial, con una superficie de 3,623 hectáreas dedicadas al cultivo de maíz de temporal, donde predomina el uso de variedades nativas (81%). La selección de semillas nativas es una herencia cultural, profundamente arraigada que enfrenta desafíos frente a los granos importados (IATP, 2020), los productores locales a pesar de poseer una herencia invaluable, venden su grano como mercancía genérica (commodity). Esta situación diluye el valor de su origen, dejando a la deriva la calidad y el esfuerzo generacional que hay detrás de cada agricultor. La Sociedad Cooperativa Dethä Dennï S.C. de R.L. de C.V., es una organización conformada por nueve familias de productores, que nace con la misión de revertir esta situación. Con base en lo anterior el objetivo de este estudio es diseñar un modelo de negocio que fortalezca la autonomía organizativa y la rentabilidad de la cooperativa, protegiendo al mismo tiempo su identidad.

Materiales y métodos

Para este estudio, mapeamos actores clave, en el campo de Tlaxcala, incluyendo socios de la cooperativa, expertos en producción de maíz nativo y compradores potenciales de mercados especializados, se elaboró un análisis de redes incorporando dimensiones sociales (Aguilar-Gallegos et al., 2017), técnicas, culturales e institucionales, obteniendo la información con instrumentos estructurados aplicados en el periodo de 2025. Se aplicó la matriz ERIC y el lienzo de modelo de negocio (Osterwalder & Pigneur, 2011) para hacer una propuesta estratégica.

Resultados y discusión

La realidad de la cooperativa es compleja, la baja rentabilidad no deriva únicamente de factores productivos (2.5 t/ha) o de mercado ($6/kg), sino de una configuración débil de sus redes técnicas y sociales, caracterizada por una baja densidad de confianza operativa (Figura 1) y la ausencia de una estrategia de captura de valor: limitada articulación comercial y alta dependencia de instituciones gubernamentales (Figura 2), con una centralización concentrada en la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, con el apoyo técnico de campo.
Esta configuración limita la autonomía organizativa y reproduce un patrón del desarrollo rural donde las innovaciones no se arraigan al retirarse el actor público (Rendón-Medel, 2022). Asimismo, la debilidad en vínculos comerciales internos explica por qué no emerge una estrategia colectiva de ventas, provocando ventas individuales por cada integrante de la cooperativa, por otro lado, la red actual favorece la transferencia técnica, pero esto no genera valor económico. Con todo esto se identifica una oportunidad en mercados diferenciados, dado que el consumidor actual muestra una tendencia creciente a pagar un sobreprecio por productos que garanticen sostenibilidad y origen (PwC, 2023).

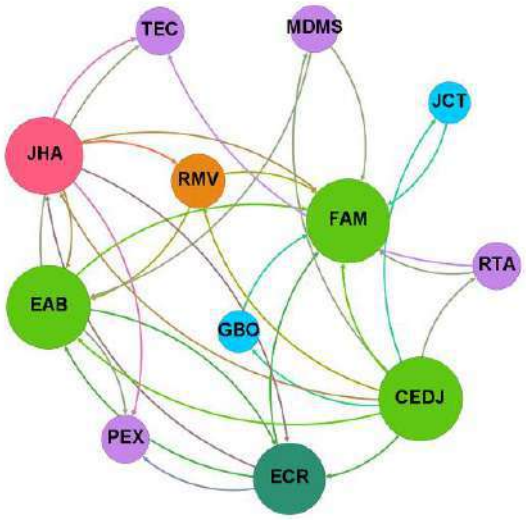


Figura 1. Red de Confianza de la Cooperativa

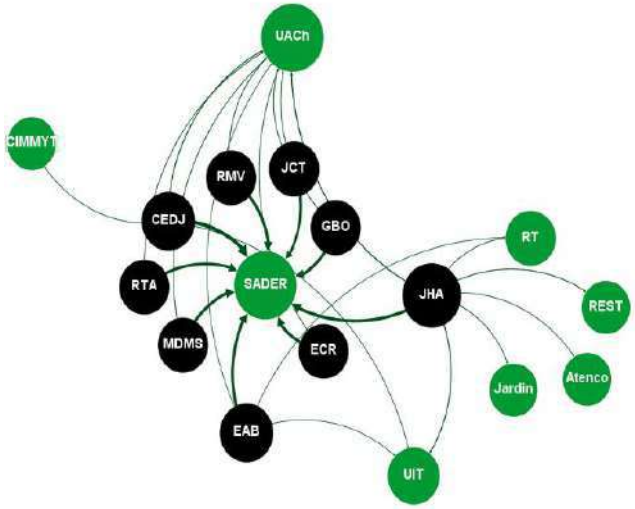


Figura 2. Red de Colaboración de la Cooperativa

Conclusiones

La transición hacia un modelo de negocio rentable requiere fortalecer sus lazos internos y establecer alianzas estratégicas con la industria gastronómica, apoyarse de los actores con los que ya se tiene una relación directa. No basta con tener un producto milenario, el planteamiento consiste en implementar un modelo de negocio que actúe como una hoja de ruta estratégica, que permita a la organización dejar de ser un actor pasivo y se convierta en un gestor directo de su propia riqueza y asegurar que la riqueza cultural de estos maíces sea valorada, para lograrlo se debe eliminar la invisibilidad del mercado y la desvalorización de los recursos clave, como el banco de germoplasma, el saber ser y hacer, incrementar la cooperación como grupo, reducir la perdida de fertilidad del suelo y crear un modelo productivo y comercial que permita modelar el bienestar económico de los productores y sus familias, con una propuesta de valor para la cooperativa como: *"Ofrecemos maíz nativo agroecológico y sus derivados, un producto bueno para tu salud, que encapsula la herencia de la cultura otomí de Ixtenco."*

Literatura citada

Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Ávila, J. (2017). Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores. UACh-CIESTAAM.

IATP. (2020). Nadar contra corriente: dumping de maíz en México 2014-2020. Institute for Agriculture and Trade Policy.

PwC. (2023). Consumer insights on sustainability premium: Global consumer insights pulse survey. PricewaterhouseCoopers. https://www.pwc.com

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). Generación de modelos de negocio. Deusto

Rendón-Medel, R. (2022). Fundamentación y lineamientos para la identificación de redes de innovación en el sector rural. UACh-FENALCE.

VÍNCULOS DE COLABORACIÓN EN UNA MICROEMPRESA DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Pérez-Gómez, Elmar Apolinar[1*]; Olivares-Gutiérrez, Romel[1]; Martínez-González Enrique Genaro[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo – CIESTAAM, km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México.
* elmar.perez@ciestaam.edu.mx

Introducción

Las relaciones al interior y exterior de las organizaciones agrícolas influyen significativamente en el desarrollo empresarial y de quienes la integran (Rendón, 2022). En 2023, en México operaron 5 451 113 unidades económicas en el sector privado y en las empresas paraestatales, en las que laboraban 27 785 505 personas. Del total de unidades económicas, predominaban las micro, con 95.5%, las cuales emplearon 41.5% del personal ocupado y contribuyeron con 17.1% de los ingresos totales (INEGI, 2025). Entre 2019 y 2023, nacieron 1.7 millones de establecimientos mipymes y murieron 1.4 millones (INEGI, 2024). Uno de los factores que afectan el desempeño de las mipymes es la gestión de las relaciones estructurales internas. El objetivo de este trabajo de investigación fue analizar las redes de colaboración internas de la mipyme Agrosistemas Controlados S.C. de R.L. de C.V. para generar tácticas de intervención que le permitan gestionar la gobernanza y sistematizar procesos.

Materiales y métodos

La empresa Agrosistemas Controlados cuenta con cinco socios y tres colaboradores, los cuales fueron entrevistados mediante una cédula de mapeo, para la generación de dos redes, una de confianza y una técnica. Para esto se realizaron dos preguntas, la primera fue ¿Cuándo tiene un problema personal o dentro de la empresa, a quién acude o consulta? y la segunda ¿Cuándo tiene dudas técnicas del proceso productivo dentro de la empresa, a quién acude o consulta? De los resultados de las entrevistas se generaron matrices cuadradas en Excel y posteriormente fueron analizadas con el programa Ucinet 6 para generar los indicadores de las redes (densidad, índice de centralización, grados de entrada y salida, cercanía e intermediación). Con el programa KeyPlayer 2 se identificaron a los nodos articuladores, fuentes y colectores, que permitieron analizar de manera concreta ambas redes. Aunado a lo anterior, con el programa Gephi se generaron análisis gráficos para observar el comportamiento de las estructuras relacionales al interior de la empresa.

Resultados y discusión

La red de confianza tiene una densidad de 19.64%, su índice de centralización es de 71.41% y el nodo S1 tiene el mayor grado de entrada, cercanía e intermediación entre los actores de la red. En esta red hay tres sectores (Figura 1), el primero solo está conformado por el nodo S5, el segundo por los nodos S1, C1, S2 y C2, y el último incluye a los nodos S4, C3 y S3. También es notoria la centralidad del nodo S1, que es el que permite articular los dos sectores de la red con mayor interacción, lo que indica su relevancia dentro de esta red. Por su parte la red técnica tiene una densidad de 14.29%, su índice de centralización es de 66.67% y el actor S4 es el nodo articulador (Figura 2), el nodo S3 es el actor fuente de la red y los nodos C1 y C3, son colectores. Por lo tanto, basados en los resultados podemos observar que ambas redes de la empresa tienen una baja densidad, un alto índice de centralización y subgrupos, lo que implica un deficiente flujo

de información dentro de la mipyme, que afecta directamente a todas sus actividades y disminuye su eficiencia en sus procesos.

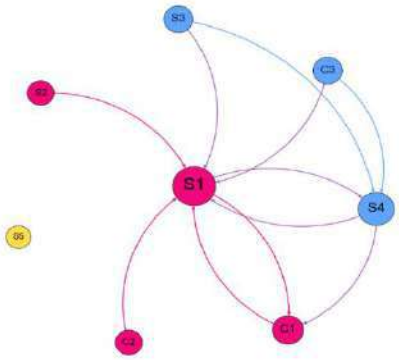


Figura 1. Red de confianza. Los nodos con la letra S son socios y los nodos con las letras C son colaboradores de la empresa.

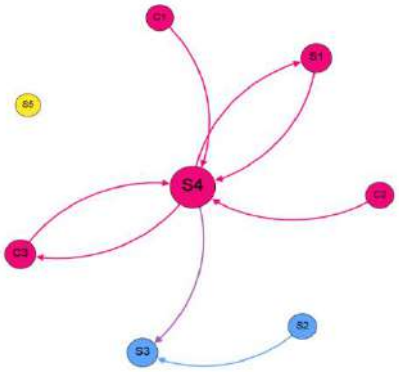


Figura 2. Red de técnica. Los nodos con la letra S son socios y los nodos con las letras C son colaboradores de la empresa.

Lo anterior puede ser de interés para empresas de este tipo en el sector agroalimentario, donde la gestión del capital social y relacional al interior de ellas, puede ser determinante en su desempeño y esperanza de vida (Lara Figueroa y Duque Oliva, 2024).

Conclusiones

La empresa analizada tiene una alta dependencia técnica y de confianza en un par de nodos, lo que puede repercutir en su desempeño si alguno de ellos deja de formar parte de estas; además la densidad de ambas redes sugiere que el flujo de información está siendo afectado por la poca interacción entre los nodos. En ese sentido se debe gestionar la relación con los nodos más aislados, capacitaciones en desarrollo de liderazgo, gobernanza y técnicas para los directivos y colaboradores, generar manuales de operaciones y procedimientos y realizar actividades de índole social para promover el fortalecimiento de las estructuras relacionales.

Literatura citada

INEGI. (2024). Estadísticas a propósito del Día de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (mipymes). (Comunicado de prensa núm. 383/24). https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP_MIPYMES24.pdf

INEGI. (2025). Estadísticas a propósito del Día de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (mipymes). (Comunicado de prensa núm. 71/25). https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2025/EAP_MIPYMES_25.pdf

Rendón Medel, R. (2022). Fundamentación y lineamientos para la identificación de redes de innovación en el sector rural. FENALCE.

Lara Figueroa, D. C., y Duque Oliva, E. J. (2024). Evolución, necesidades y tendencias de la relación entre capital social, emprendimiento social e innovación social: una revisión sistemática de literatura. *Universidad & Empresa*, 26(47), 1-32. https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.13584

NIVELES DE CONFIANZA EN REDES DE CAFETICULTORES DE VERACRUZ

Iván Jair González-Valencia[1]*; Myriam Leticia Sagarnaga-Villegas[1]; Julio Diaz-José[2] Horacio Santoyo-Cortés[1] Guadalupe Genoveva Elizalde-López[1]

[1]Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km. 38.5, 56230, Texcoco, Estado de México.[2]Universidad Veracruzana.
* ivan.gonzalez@ciestaam.edu.mx.

Introducción

En sistemas cafetaleros de pequeña escala, la sostenibilidad productiva depende no solo de factores técnicos y económicos, sino también de la estructura de relaciones sociales entre productores. El capital social, entendido como los vínculos y niveles de confianza que facilitan la cooperación, es un elemento clave en contextos rurales (Ozier, 2021). El análisis de redes sociales (ARS) permite identificar patrones de interacción, centralidad y flujos de intercambio que influyen en la innovación y resiliencia productiva (Guerrero-Ocampo y Díaz-Puente, 2023). El objetivo del estudio fue identificar y clasificar los niveles de confianza entre productores de café en el municipio de Tequila, Sierra de Zongolica, Veracruz, mediante el análisis de los tipos de intercambio presentes en sus redes sociales.

Materiales y métodos

Se aplicaron encuestas estructuradas a 40 productores de café utilizando KoboCollect, construyendo una base de datos relacional tipo red egocéntrica, donde cada productor identificó a sus contactos según el tipo de intercambio establecido. La selección de los participantes se realizó mediante muestreo por conveniencia, debido a las condiciones logísticas y organizativas de la comunidad donde se levantó la información, ya que no se contaba con un padrón o listado formal de productores que permitiera aplicar un diseño probabilístico.

Las relaciones se clasificaron en tres niveles: a) Información (conocimientos y prácticas). b) Recursos (mano de obra, tiempo y herramientas). C) Capital (intercambio financiero).

Estos niveles se utilizaron como variable proxy del grado de confianza, considerando que, a mayor intensidad del recurso compartido, mayor confianza interpersonal. La red se representó mediante nodos (productores) y enlaces (interacciones), utilizando el grado de entrada (in-degree) para identificar concentración de vínculos.

Resultados y discusión

El intercambio de información fue el nivel predominante en la red, lo que evidencia una estructura sólida de comunicación y aprendizaje colectivo. Este patrón coincide con estudios que destacan la importancia de las redes informativas en la innovación rural (Guerrero-Ocampo & Díaz-Puente, 2023). El intercambio de recursos ocupó el segundo nivel de frecuencia, reflejando cooperación práctica en actividades productivas. Este tipo de interacción indica confianza funcional basada en experiencias previas (Geleta, Natcher y Henry, 2023). El intercambio de capital fue el menos frecuente, pero representa el nivel más alto de confianza. Su menor densidad (Figura 18) sugiere que los vínculos financieros se limitan a relaciones consolidadas (Figura 1). A partir de la estructura observada, se identificaron dos grupos: productores con intercambio de capital (mayor confianza) y productores con intercambio limitado a información y recursos (confianza operativa). La red presenta actores centrales que facilitan la difusión de información y coordinación productiva (Figura 2).

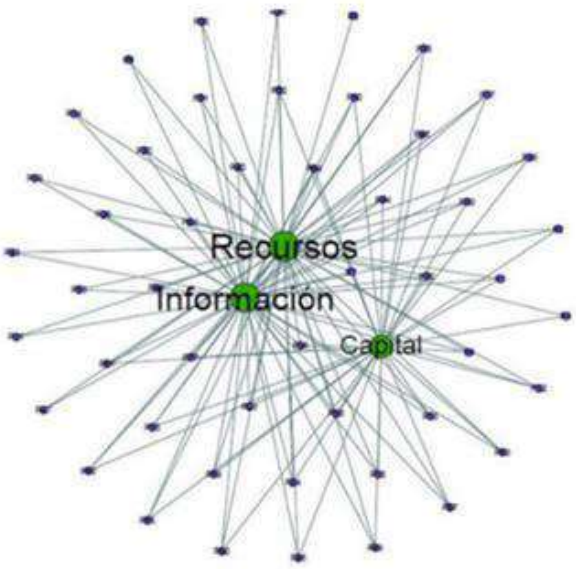


Figura 1. Niveles de confianza cafeticultores.

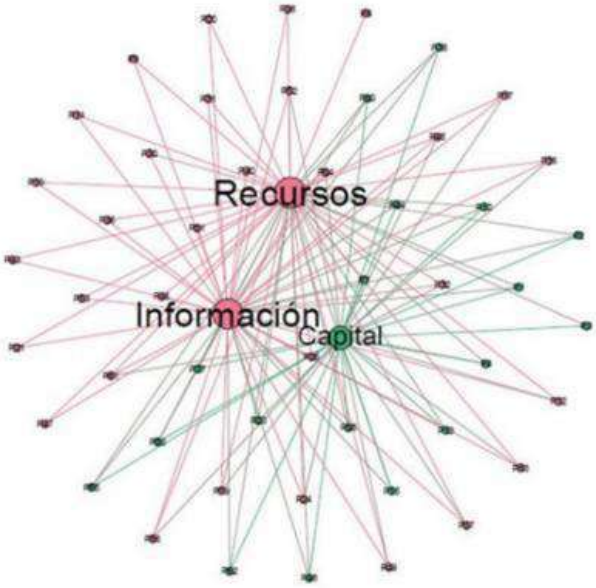


Figura 2. Grupos de confianza cafeticultores.

En conjunto, los resultados muestran que existe capital social en la comunidad cafetalera, aunque distribuido de manera heterogénea según el tipo de intercambio.

Conclusiones

El análisis de redes permitió identificar tres niveles de confianza entre productores de café. El intercambio de información es predominante; el de recursos representa cooperación intermedia; y el de capital refleja el nivel más alto de confianza. La comunidad presenta capital social activo, aunque diferenciado en intensidad. La estructura relacional sugiere potencial para fortalecer procesos de cooperación económica más profundos.

Agradecimientos

Se expresa un especial agradecimiento a la Universidad Autónoma Chapingo, por su apoyo institucional y por fomentar un entorno académico que impulsa la investigación, la innovación y el compromiso social.

Literatura citada

Geleta, S., Natcher, D. and Henry, C.J., 2023. The effect of information networks on the scaling out of new agricultural technologies: The case of pulse variety adoption in Southern Ethiopia. *Journal of Rural Studies*, 99, pp.153–166. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.02.012.

Guerrero-Ocampo, S.B. and Díaz-Puente, J.M., 2023. Social Network Analysis Uses and Contributions to Innovation Initiatives in Rural Areas: A Review. *Sustainability*, 15(18), p.14018. https://doi.org/10.3390/su151814018.

Ozier, O., 2021. Replication Redux: The Reproducibility Crisis and the Case of Deworming. *The World Bank Research Observer*, 36(1), pp.101–130. https://doi.org/10.1093/wbro/lkaa005.

ARTICULACIÓN PRODUCTIVA Y GOBERNANZA DEL AGUA EN UNA COOPERATIVA DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

I. Resendiz-Salinas[1*]; R. Rendon-Medel[1]; M. Muñoz-Rodríguez[1].
[1]Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México Texcoco, 56230, Chapingo, Estado de México.
* isidro.resendiz@ciestaam.edu.mx

Introducción

La sostenibilidad de los sistemas agroproductivos rurales depende crecientemente de la capacidad de los actores locales para gestionar de manera colectiva los recursos naturales estratégicos, particularmente el agua. En territorios donde convergen actividades agrícolas, pesqueras, ganaderas y de servicios, la ausencia de mecanismos efectivos de gobernanza puede generar sobreuso, conflictos y pérdidas económicas. Estudios recientes han señalado que la gestión del agua como bien común requiere arreglos institucionales sólidos, coordinación entre usuarios y esquemas de acción colectiva que permitan equilibrar productividad y sostenibilidad (Shah, 2023).

En México, los desafíos de gobernanza hídrica en contextos rurales se agudizan cuando coexisten múltiples actores productivos con distintos niveles de poder, información y acceso al recurso. Investigaciones recientes en desarrollo rural destacan que la articulación productiva y la estructura de redes entre actores influyen directamente en la eficiencia del uso del agua y la innovación (Rendón, 2022). En este sentido, el análisis de redes sociales se ha consolidado como una herramienta metodológica útil para comprender patrones de interacción, concentración de decisiones y flujos de información en sistemas agroempresariales. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la red de uso y gestión del agua en el territorio donde opera la Cooperativa Cultivando Ideas, con el propósito de identificar actores relevantes en la gestión de este bien común.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el municipio de Colón, Querétaro, en el territorio donde operan la Cooperativa Cultivando Ideas y la Unidad de Riego asociada a la Presa Colón. Se utilizó la metodología de Mapeo Detallado de Actores (MDA) con enfoque de análisis de redes sociales, a fin de examinar patrones de articulación, confianza e influencia en la gestión del agua.

Se diseñaron y aplicaron dos encuestas estructuradas: la primera dirigida a 16 socios de la cooperativa para identificar liderazgo, confianza, aprendizaje y percepción de participación; y la segunda a ocho jefes de módulo y 20 usuarios de la Unidad de Riego, para recabar información productiva y percepción sobre la problemática hídrica y prácticas sustentables.

La información relacional obtenida permitió reconstruir redes de confianza, colaboración técnica y toma de decisiones. Los datos fueron sistematizados en Excel y analizados en Gephi para identificar actores clave, niveles de centralidad y vacíos de coordinación, con el fin de orientar una estrategia de intervención alineada con los objetivos del estudio.

Resultados y discusión

En el análisis de redes sociales se identificó que los nodos 258, 130, 34 y 187, correspondientes a jefes de módulo, presentan el mayor grado de entrada, concentrando la mayoría de las menciones y evidenciando su papel como referentes institucionales en la toma de decisiones sobre el agua (Figura 1). En contraste, los nodos 4 y 13 registran el mayor grado de salida, al

establecer múltiples vínculos con otros actores, destacando como promotores activos de participación dentro de la cooperativa.

De acuerdo con Borgatti et al. (2018), el grado de entrada permite identificar actores con mayor reconocimiento o influencia dentro de una red, mientras que el grado de salida evidencia niveles de iniciativa relacional. En este estudio, la concentración de menciones en pocos nodos indica una estructura donde el reconocimiento y la toma de decisiones se focalizan en actores específicos; configuración que incide en la articulación productiva y en la dinámica organizativa vinculada a la gestión del agua como bien común.

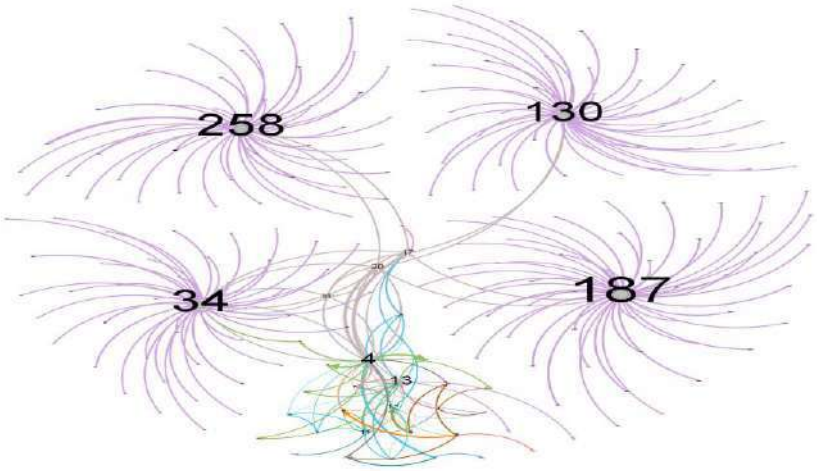


Figura 1. Red de uso del agua con énfasis en actores de mayor grado de entrada.

Conclusiones

El análisis de la red de uso y gestión del agua permitió identificar a los actores con mayor grado de entrada y salida dentro del territorio. Los jefes de módulo concentran el mayor número de menciones, lo que evidencia su reconocimiento dentro de la estructura organizativa, mientras que ciertos socios presentan mayor grado de salida, destacando por su nivel de vinculación con otros usuarios e instituciones.

Los resultados evidencian que la gestión del agua se estructura en torno a nodos clave y que la articulación productiva depende de la interacción entre liderazgo de estos actores. Estos actores resultan determinantes en la configuración de una base organizativa orientada a la producción sustentable, la gestión del agua como bien común y la aplicación de principios cooperativos.

Literatura citada

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). Analyzing Social Networks (2nd ed.). Sage Publications.

Rendón-Medel, R. (2022). Fundamentación y lineamientos para la identificación de redes de innovación en el sector rural. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya (FENALCE); Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.

Shah, T. (2023). Groundwater governance and the water–energy–food nexus in action: A global review of policy and practice (SOLAW 21 Technical background report). FAO. https://doi.org/10.4060/cc2847en

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE VERDOLAGA (*Portulaca oleracea* L.) EN CUAUTLA, MORELOS, MÉXICO

Jessica Santamaría-Miranda[1*]; Porfirio Juárez-López[1]; Irán Alia-Tejacal[1]; Erika Román- Montes de Oca[1]; Víctor López-Martínez[1]; Edgar Martínez-Fernández[2]
[1]Facultad de Ciencias Agropecuarias; [2]Centro de Investigación en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México
* jessica.santamaria@uaem.mx

Introducción

La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) pertenece a la familia Portulacaceae, crece en regiones templadas y tropicales (Castro-Lara et al. 2011), y la parte más apreciada para consumo son sus tallos y hojas tiernas. La verdolaga ha generado interés en su consumo debido a su contenido de ácidos grasos del tipo omega 3 y 6, así como ácido ascórbico y α-tocoferol que proporcionan beneficios a la salud (Mera-Ovando; 2014). El estado de Morelos es el principal productor de verdolaga en México, en el 2024 se reportaron 210 ha de superficie sembrada, un rendimiento de 13.41 t ha^{-1} y un valor de la producción de 8,046,750 pesos (SIAP, 2024); sin embargo, son escasos los estudios que caractericen su sistema de producción. El objetivo fue diagnosticar el sistema de producción del cultivo de verdolaga en el municipio de Cuautla, Morelos, México.

Materiales y métodos

La caracterización del sistema de producción de verdolaga se realizó mediante visitas en campo a diez productores cooperantes y la aplicación de encuestas. Los productores entrevistados se obtuvieron mediante un muestreo de “bola de nieve”, que consiste en seleccionar al azar a un productor de la zona de estudio y al finalizar la encuesta la persona entrevistada refiere al encuestador con otro productor (Urbano-Castillo et al. 2019). Las encuestas se dividieron en cuatro secciones: a) Características de los productores, b) Manejo agronómico de la verdolaga, c) Comercialización y consumo y d) Costos de producción. Las entrevistas a productores de verdolaga en el municipio de Cuautla se realizaron de febrero a noviembre de 2025. Los datos recabados fueron analizados en el programa Excel 2021 para obtener el porcentaje de incidencia.

Resultados y discusión

De los diez productores entrevistados, 90 % son hombres entre 46 y 56 años, con 25 a 35 años de experiencia en el cultivo de verdolaga. La superficie de siembra mínima de verdolaga es de una hectárea y la máxima de 20 hectáreas. La escolaridad promedio de los productores es primaria, a pesar de ser una zona urbanizada y con acceso a educación básica. El manejo agronómico de la verdolaga empieza desde la preparación del suelo con el barbecho, rastreo y nivelación del terreno para que el riego rodado fluya por gravedad, marcar las melgas, quitar terrones y rastrillar. La variedad que, al menos 60 % de los productores siembra, es San Gregorio, sin embargo, conocen las variedades “Queretana” y “Americana”. La semilla la obtienen de una siembra de verdolaga de un ciclo anterior, también conocido como semillero. El periodo de cultivo de verdolaga es de octubre a abril y, además, no cultivan de mayo a septiembre por las condiciones adversas del clima como calor extremo o lluvia intensa; reinician de octubre a diciembre. En promedio, la emergencia de las plántulas es cinco días después de la siembra. De emergencia a cosecha son de 25 a 30 días. Los riegos son rodados con intervalos de riegos de 6 a 8 días y el agua utilizada es del río Cuautla en 40 %. Las fertilizaciones son con sulfato de potasio al momento de la siembra, y triple 16 más fosfonitrato diez días después de la siembra aplicados al voleo. Sólo 40 % de los productores utilizan estiércol de bovino como abono natural.

En cuanto a fitosanidad, la plaga más frecuente es el trips, la enfermedad con mayor incidencia es la mancha foliar y las arvenses más recurrentes son el coquillo (*Cyperus* spp.) y el quintonil (*Amaranthus* spp.). Para controlar las arvenses, contratan de 6 a 10 jornaleros para deshierbe manual, quienes 90 % son del municipio de Cuautla mientras que el 10 % son del estado de Guerrero; se reporta que 40 % de las labores para la producción son realizadas por los hijos de los productores. En cuanto a la organización de productores, no existe algún padrón o asociación de productores de verdolaga. Todos son productores independientes como los productores de berro en Cuautla, Morelos (Medellín-Muñoz, 2020); todos desconocen si existen programas de subsidio federal, por lo que no cuentan con ningún apoyo gubernamental. Los productores informaron que son alrededor de 20 a 30 productores de verdolaga en el municipio de Cuautla y que algunos siembran hasta 20 hectáreas. En cuanto a la cosecha, la verdolaga se corta a altura entre 25 a 30 cm y se van haciendo manojos de aproximadamente 4 kg, se amarran con rafia y posteriormente se lavan en un canal de agua, esos manojos se acomodan en bolsas de plástico transparente y se sellan con cinta (10 manojos por bolsa). El rendimiento del cultivo de verdolaga por hectárea es medida por el número de bolsas con manojos, teniendo rendimientos de hasta 17 toneladas por hectárea, estos rendimientos son superiores a los reportados por el SIAP (2024). El 80 % de los productores llevan su cosecha a la central de abastos de la CDMX en el área de flores y hortalizas donde se vende a intermediarios al mayoreo y menudeo según su temporada. El precio lo determina la oferta y demanda como sucede con cualquier producto agrícola fresco (Cih-Dzul et al., 2013). Finalmente, todos los productores entrevistados consumen la verdolaga que producen, tanto cocinada como en fresco. De manera empírica 50 % de los productores saben que la verdolaga tiene propiedades nutritivas y medicinales.

Conclusiones

El sistema de producción de verdolaga en Cuautla, Morelos, es predominantemente tradicional, basado en el conocimiento empírico de productores con amplia experiencia, uso de semilla propia, riego rodado y manejo convencional del cultivo. A pesar de la ausencia de organización formal y falta de programas de apoyo gubernamental, el cultivo presenta rendimientos competitivos y una alta importancia económica y social en la región, debido a su comercialización en la Central de Abasto de la Ciudad de México.

Literatura citada

Castro-Lara, D., Bye-Bottler, R.A. & Mera-Ovando, L.M. 2011. Diagnóstico del pápaloquelite en México. *Porophyllum ruderale* Jacq. Red Quelites SINAREFI. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 55 p.

Cih-Dzul, I. R., Jaramillo-Villanueva, J. L., Martínez-Damián, M. A., Schwentesius-Rindermann, R., & Tornero-Campante, M. A. 2013. Asimetría en la transmisión de precios del tomate en el occidente de México. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.), 21*(42), 113-132.

Medellín-Muñoz M. F., Villegas-Torres O. G., Saldarriaga-Noreña H. A., Andrade-Rodríguez M., Sotelo-Nava H. & Perdomo-Roldán F. 2020. Producción de berro en Cuautla, Morelos, México. *Revista Fitotecnia Mexicana, 43*(4-A):543-548.

Mera-Ovando, M. 2018. La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) fuente vegetal de omega-3 y omega-6. *Agro Productividad.*

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). 2024. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

Urbano-Castillo, L., Cruz-Monterrosa, R. G., Diaz-Ramírez, M., Jiménez-Guzmán, J., García-Garibay, M., Miranda- De la Lama, G. C., Hernández-Jabalera, A., Mena-Martínez, M. E., León-Espinoza, E. B. & Rayas-Amor, A. A. 2019. Sustentabilidad socio territorial del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en una comunidad rural. *Agroproductividad, 12*(11), 39-45.

INNOVACIONES EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ EN MÉXICO, COSTOS Y VIABILIDAD

Dolores Gómez-Pérez[1*]; Raúl Rosales-Lechuga[2]; Artemio Cruz-León[2]
[1]Departamento de Sociología Rural, Doctorado en Ciencias en Ciencias Agrarias;
[2]Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco, Estado de México.
* lolysgomezp@gmail.com

Introducción

Los sistemas agroforestales de café en México coinciden con las zonas rurales más marginadas del país. En el contexto de la cadena global del café los productores mexicanos enfrentan altos costos de producción, bajos rendimientos y reducidos márgenes de ingreso, lo que hace necesario transitar hacia esquemas sostenibles con énfasis en la dimensión económica (Muñoz Rodríguez et al., 2019). Los productores identificados como desviados positivos, son aquellos que logran resultados superiores respecto a sus pares bajo condiciones similares, estudios residentes señalan que sus mayores utilidades se asocian con la adopción de innovaciones disponibles en el territorio (Muñoz Rodríguez et al., 2022). En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue identificar las innovaciones implementadas por los productores de café de un desviado positivo y estimar y comparar sus costos de producción frente a productores tradicionales.

Materiales y métodos

La información de campo se recabó bajo dos enfoques metodológicos: el análisis de caso de desviado positivo, para identificar prácticas atípicas que permiten enfrentar problemas de manera más efectiva dentro de la cadena productiva (Pascale et al., 2010), y la técnica de paneles de productores (Sagarnaga et al., 2018). Ambos casos corresponden a sistemas agroforestales tradicionales insertos al mercado de cafés de especialidad. El caso del desviado positivo se ubicó en Ixhuatlán del Café, Veracruz, mientras que el panel con productores de café se desarrolló en la Xolotla, Pachutlán, Puebla. Se diseño una plantilla en Microsoft Excel para el análisis y sistematización de la información. La estimación de costos e ingresos de producción se realizó con base en la metodología del *AAEATask Force*, adaptada para México (Hallam et al., 2000).

Resultados y discusión

En ambos casos, los sistemas agroforestales se clasifican como policultivos tradicionales, presentan variedades de la especie Coffea arábica y están insertos en el nicho de mercado de cafés de especialidad. El café, como cultivo perenne, implica tres años desde el establecimiento hasta su primera cosecha. El productor desviado positivo adopta innovaciones como mayor densidad de plantación (1.8 m x 2.0 m), dos plantas por cepa, nutrición de fondo con macro y microelementos y materia orgánica, uso de acolchado y empleo de variedades resistentes a roya (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome). En contraste los productores de Puebla prefieren variedades susceptibles a roya. Todas estas prácticas implican un mayor costo en la mano de obra e insumos (Figura 1).

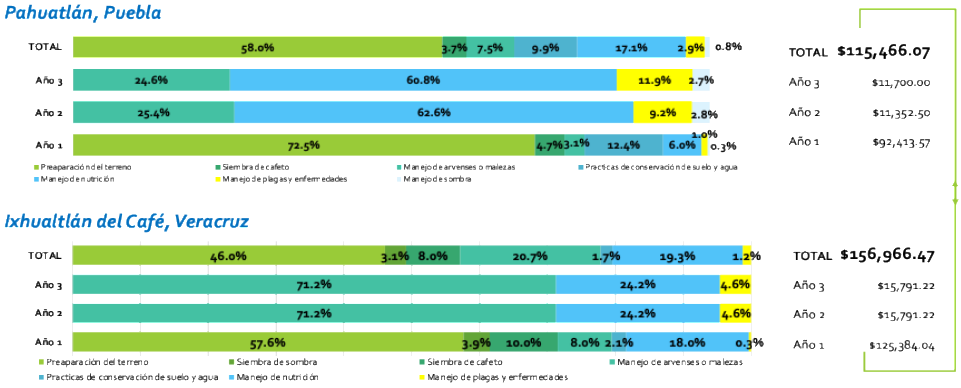


Figura 1. Costos de establecimiento por actividad de los dos casos

En los ciclos con producción estable, los cafeticultores de Pahuatlán Puebla registran costos de operación por hectárea de $49,521 contra los $38,628 del desviado positivo, mientras que el desembolso en insumos es de $8,621 y $2,960 respectivamente. Las diferencias se explican porque que el desviado positivo realiza el manejo nutricional mediante la disolución de fertilizantes en agua, lo que reduce la cantidad de insumos y mejora su aprovechamiento por las plantas; sin embargo, requiere mayor mano de obra para su aplicación. Otro gasto relevante es la mano de obra para la cosecha, que está relacionada con el nivel de producción, que es de 8.72 quintales por hectárea con los productores tradicionales y de 30.6 quintales por hectárea en el desviado positivo.

En ambos casos, los mayores ingresos provienen de la venta de café de especialidad y, en segundo término, de transferencias en efectivo, principalmente por apoyos de programas de gobierno. Como se observa en el Cuadro 1, el costo de operación para un kilogramo de café cereza en el caso del desviado positivo representa el 49% con respecto al costo de los productores de Pahuatlán, mientras que el flujo de efectivo para la misma unidad es 195% mayor para el caso de Ixhuatlán del café.

Cuadro 1. Costo de operación y flujo de efectivo

		Unidad de producción	Ha	Qq	Kg Verde	Kg Cereza
Pahuatlán	**Costo de operación**	$31,998.52	$31,998.52	$3,668.21	$79.74	$14.67
	Flujo de efectivo	$9,119.76	$9,119.76	$1,045.46	$22.73	$4.18
Ixhuatlándel Café	**Costo de operación**	$164,232.16	$54,744.05	$1,789.02	$38.89	$7.16
	Flujo de efectivo	$283,159.86	$94,386.62	$3,084.53	$67.06	$12.34

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo.

Conclusiones

Los dos sistemas agroforestales analizados muestran viabilidad económica, sin embargo, el productor identificado como desviado positivo presenta una mayor eficiencia productiva y financiera, ya que tiene menores costos unitarios y mayores rendimientos mediante la adopción de innovaciones en densidad de plantación, manejo nutricional y el uso de variedades resistentes a la roya.

Literatura citada

Hallam, A., Eidman, V. E., Morehart, M., & Klonsky, K. (2000). Commodity Costs and Returns Estimation Handbook: A Report of the AAEA Task Force on Commodity Costs and Returns.

Pascale, R., Sternin, J., Sternin, M. (2010). The Power of Positive Deviance: How Unlikely Innovators Solve the World's Toughest Problems (Ed.; 1st ed.). Harvard Business Review Press. https://hbsp.harvard.edu/product/1066-HBK-ENG

Muñoz Rodríguez, M., Gómez Pérez, D., Santoyo Cortés, V. S., Rosales Lechuga, R. (2019). Los negocios del café ¿Cómo innovar en el contexto de la paradoja del café, en pro de una red de valor más inclusiva y accesible? (UACh, Ed.; 1st ed.).

Muñoz Rodríguez, Altamirano Cárdenas, J.R., Vargas Espíndola, Z., González Ramírez, M. G., Rosales Lechuga, R. (2022). Fortalecimiento del sector agropecuario y fomento del desarrollo rural en México a través de la oferta de servicios financieros adecuados. Deutsche Sparkassenstiftung für Internationale Kooperation–Fundación Chapingo.

Sagarnaga, V. L. M., Salas, G. J. M., & Aguilar, Á. J. (2018). Metodología para estimar costos, ingresos y viabilidad financiera en Unidades Representativas de Producción. In S. y T. de la A. y la A. M. CIESTAAM–UACh, Centro de Investigaciones Económicas (Ed.), Serie Metodologías y herramientas para la investigación Volumen 6.

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LOS PRODUCTORES DE MAGUEY-MEZCAL DE MIAHUATLÁN, OAXACA

Olegario Santiago-Lopez[1]*; Jaime Eduardo Bravo-Calderón[1]
[1]División de Ciencias Económico-Administrativas, posgrado en Ciencias en Economía Agrícola de la UACh.
* santiagolegario@gmail.com

Introducción

El maguey es una planta muy importante para México, de las más de 200 especies que existen en el continente, México posee el número más alto: aproximadamente 168 especies (Reyes Guerra et al., 2024). Dentro de los cuáles Oaxaca tiene entre ocho y diez especies de agave mezcaleros y alberga entre 16-18 especies de agave endémicas. Del maguey se obtiene el mezcal bebida emblemática de Oaxaca, esta industria ha experimentado un crecimiento acelerado, lo que ha llevado a una expansión de la superficie sembrada de agave, alcanzando las 25,448 hectáreas en 2024 (SIAP, 2025). Sin embargo, este auge esconde una problemática que va de la vulnerabilidad de los pequeños productores y una desarticulación organizativa que compromete su futuro de acuerdo con Sara Hernández et al., (2022). El objetivo de este trabajo es caracterizar el perfil del productor de maguey mezcalero de Miahuatlán, para conocer su importancia para la economía local y entender cómo el capital social (familia y tradición) son de suma importancia en este tipo de actividades.

Materiales y métodos

Para la realización del estudio se aplicó una encuesta semiestructurada a una muestra de 40 productores de maguey del valle de Miahuatlán de Porfirio Díaz Oaxaca, en julio de 2025. Se hizo un análisis descriptivo con enfoque cualitativo, utilizando escalas de Likert (1-5) para medir percepciones sobre rentabilidad, daño ambiental y tipo de producción. El análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva, con el software Regression, Econometric and Time-series Library (GRETL 2025c).

Resultados y discusión

Del perfil del productor identificado el 85% son hombres y el 15 % son mujeres lo que demuestra que en esta actividad predomina la parte masculina, coincidiendo con lo encontrado por Ríos-Colín et al., (2022), el 70% de los entrevistados cuentan con un nivel de estudios básico (primaria y preparatoria), una edad promedio de 55 años y 23 años de experiencia promedio en el cultivo, similar a lo encontrado por Hernández López, (2018); un 57% indica que la producción la realizan por herencia familiar y tradición, lo que representa una fortaleza y a la vez una debilidad ya que el relevo generacional no representa un problema, sin embargo, la producción por ser tradicional difícilmente puede transicionar a un modelo de producción industrial.

El sistema de producción se considera convencional por su manejo mixto entre productos orgánicos y uso de agroquímicos, predomina la siembra de agave espadín *(Agave Angustifolia)* con un 90%, lo que representa una actividad productiva importante tanto para la región como para los productores y el resto se complementa con variedades locales como Tobalá, *(Agave Potatorum)*, tepeztate *(Agave marmorata)* y bicuixe, tobasiche *(Agave karwinskii).*

Cuadro 1. Caracterización del sistema de producción

Características del sistema		Sistema de manejo convencional
Biofísicas originales		La temperatura promedio: 13 a 28 °C, precipitación: 568 a 698 mm, altitud de 1 300 a 1 600 msnm. (Con clima semiseco semicálido. Tipo de suelos: Cambisol (37%), Regosol (25.5%) y Luvisol (24.8%).
Tecnológicas y de manejo	Principales cultivos	Maíz, frijol y agaves
	Sistema de cultivo	De temporal
	Tecnología empleada	Tracción animal y tractor motorizado
	Fertilización química	NO
	Fertilización orgánica	SI
	Prácticas de conservación	SI
	Manejo agroecológico de plagas y enfermedades	NO
Socioeconómicas y culturales	Características de los productores	Producción pequeña y de mediana escala de 1 a 8 hectáreas
	Objetivo de la producción	Obtención de ingresos económicos y autoconsumo
	Organizaciones de productores	Ejidal sin organizaciones

Fuente: elaboración propia con base en datos colectados.

Conclusiones

El perfil identificado muestra a un tipo de productor con vasta experiencia en el cultivo de agave con una producción mayoritariamente heredada y tradicional, lo que puede jugar a favor o en contra dependiendo desde la óptica en que se mire. El sistema productivo es convencional mixto, dominado por una especie principal lo que indica que existe un monocultivo que puede ser susceptible a plagas y enfermedades.

Literatura citada

Hernández López, J. de J. (2018). El mezcal como patrimonio social: de indicaciones geográficas genéricas a denominaciones de origen regionales. *Em Questão*, 2(24). https://doi.org/10.19132/1808-5245242.404-433

Reyes Guerra, M. A., Tiburcio Cortés, M., Pérez Harp, S., Moreno Arzate Claudia Noemi, & Medellín Legorreta, R. A. (2024). Guía de Magueyes Mezcaleros-Buenas Prácticas Ambientales y Agronómicas (1st ed., Vol. 1). Biociencia AC y El Instituto de Ecología de la UNAM.

Ríos-Colín, A. C., Ruiz-Vega, J., Caballero-Caballero, M., Silva-Rivera, M. E., & Montes-Bernabé, J. L. (2022). Evaluación longitudinal de la sustentabilidad del subsistema de producción maguey-mezcal artesanal, en el municipio de villa sola de vega, Oaxaca, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25.

Sara Hernández, A. G., Bialostosky, M., & García Contreras, G. (2022). La economía de la Producción de Mezcal en Oaxaca. El camino hacia la producción sostenible de agave (1st ed., Vol. 1). Economics of Land Degradation Initiative. www.eld-initiative.org

SIAP. (2025, November 9). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Sistema de Información Agrícola y Pecuaria. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

TIPOLOGÍAS DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS EN SAN SEBASTIÁN ABASOLO, OAXACA.

Cecilia Solis-Lopez[1*]; Ernesto Castañeda-Hidalgo[1§]; Gisela Margarita Santiago-Martínez[1]; Salvador Lozano-Trejo[1]

[1]Instituto Tecnológico Nacional de México, Campus Valle de Oaxaca *(ITVO)*. Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71233, México.

[*] cezysolislopez@gmail.com

Introducción

Los estudios de tipologías de productores permiten identificar grupos con características similares, facilitando la comprensión de las prácticas agrícolas, la diversificación de cultivos y las fuentes de ingreso, así como la planificación de intervenciones adaptadas a cada perfil. Además, los sistemas agrícolas constituyen espacios clave en la conservación de la diversidad de cultivos y prácticas socioculturales del medio rural (Cruz-Hernández et al., 2020). En este contexto, el objetivo fue caracterizar a los productores de San Sebastián Abasolo, Oaxaca, con base en variables socioeconómicas y productivas, con el fin de generar información útil para el diseño de estrategias de apoyo y fortalecimiento de los sistemas agrícolas tradicionales en la región.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló mediante un estudio de caso en la comunidad de San Sebastián Abasolo, ubicada en la región de los Valles Centrales. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a 43 productores registrados en el municipio, seleccionados mediante la fórmula de muestreo para poblaciones finitas;

$$n = \frac{N \cdot z_{\alpha}^{2} \cdot \rho \cdot q}{e^{2} \cdot (N-1) + Z_{\alpha}^{2} \cdot \rho \cdot q}$$

Donde: *n*= tamaño de muestra, *N*= Tamaño de la muestra (100), *Z*= nivel de confianza (95%), *p*= probabilidad de ocurrencia (*0.95*), *q*= probabilidad de no ocurrencia *(0.05) y e*= error de muestreo (0.05).

La información se analizó mediante estadística descriptiva, análisis de componentes principales (ACP), clúster análisis (CA) y análisis de discriminantes canónicos (ADC) con análisis de varianza de F multivariante, con el fin de configurar las posibles tipologías de productores a partir de variables socioeconómicas y productivas (edad, superficie, número de cultivos, destino de la producción, fuentes de ingreso y presencia de actividad pecuaria, entre otras). Los grupos se definieron según las variables de mayor peso relativo.

Resultados y discusión

El ACP permitió identificar tres factores que explican el 81.19% de la variabilidad total, relacionados con edad del productor y la productividad agrícola (F1), aspectos sociales y culturales (F2), y las estrategias económicas y comerciales (F3). El CA clasificó a los productores en tres grupos, según el sistema de manejo; Grupo I: orgánico (13.95%), Grupo II: convencional (11.62%), y Grupo III: mixto o tradicional (74.41%), y diferenciados según sus características sociales, económicas y productivas. Las variables que más contribuyeron a la diferenciación fueron la diversidad de cultivos (54.40%), número de cultivos forrajeros (43.03%), actividades pecuarias (43.96%), número de cultivos comerciales (37.98%), superficie de siembra (35.67%), destino de producción (29.49%), y edad (23.24%) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características principales de los grupos de productores identificados en San Sebastián Abasolo.

Variables	Grupo I *n* = 6	Grupo II *n* = 5	Grupo III *n* = 32
Edad (años)	41.16 ± 13.57	39.20 ± 15.31	59.00 ± 10.12
Superficie de siembra (ha)	0.34 ± 0.16	0.38 ± 0.17	0.55 ± 0.31
Diversidad de cultivos (No.)	5.16 ± 1.32	5.00 ± 1.00	5.78 ± 1.93
Cultivos comerciales (No)	2.33 ± 0.81	2.20 ± 0.83	2.25 ± 1.29
Cultivos forrajeros (No)	0.50 ± 0.54	0.40 ± 0.54	0.68 ± 0.53
Especies pecuarias (No)	1.33 ± 0.51	0.40 ± 0.54	1.03 ± 0.89
Destino de producción (autoconsumo o venta)	0.83 ± 0.40	0.60 ± 0.54	0.75 ± 0.43

El análisis tipológico muestra que los sistemas de manejo se asocian con diferencias generacionales y productivas. El Grupo III (mixto o tradicional) concentra la mayor proporción de productores y la edad promedio más alta, con orientación al autoconsumo. En contraste, los Grupos I (orgánico) y II (convencional) presentan menor edad y una lógica productiva mixta que combina venta y autoconsumo como estrategia de estabilidad económica, no obstante, esta transición se asocia con el riesgo de la pérdida de semillas criollas y la transmisión de conocimientos tradicionales. Para los tres grupos, el sistema milpa constituye el agroecosistema con mayor diversidad e importancia productiva, cultural y biológica (Ramírez-Maces et al., 2023), complementado en diferentes niveles con cultivos forrajeros, de temporal y estratégicos de mayor rentabilidad, de manera que la diversificación agrícola y pecuaria opera como mecanismo de ahorro, amortiguamiento económico y resiliencia agroalimentaria (Cortez-Bacilio, 2024). Estas diferencias entre grupos muestran que la estructura productiva responde a condiciones etarias y económicas, aportando elementos analíticos para el diseño de estrategias focalizadas.

Conclusiones

De acuerdo con la información obtenida, los sistemas agrícolas de San Sebastián Abasolo permiten proyectar una situación representativa a nivel regional, en la que la milpa se mantiene como eje central, con diversificación de cultivos, conservación de semillas y prácticas tradicionales que son clave para la reproducción social, cultural y agroalimentaria. Sin embargo, el predominio de personas adultas mayores y el relevo generacional limitado representan un riesgo en la continuidad de estos sistemas y con ello la transmisión de saberes locales. En este contexto, se sugiere que para el Grupo III, se analicen estrategias en la inserción comercial, continuidad generacional y el rescate de conocimientos tradicionales, mientras que para los Grupos I y II, existen oportunidades en el fortalecimiento de capacitación técnica, cadenas de valor y el acceso a mercados, sin comprometer la conservación biocultural.

Literatura citada

Cortez-Bacilio, M. (2024). Prácticas agrícolas tradicionales: Una aproximación a los sistemas agroalimentarios campesinos de Guerrero. *Mirada Antropológica, 18*(25), 175-197.

Cruz-Hernández, Sergio, Torres-Carral, Guillermo Arturo, Cruz-León, Artemio, Salcedo-Baca, Irma, & Victorino-Ramírez, Liberio. (2020). Saberes tradicionales locales y el cambio climático global. *Revista mexicana de ciencias agrícolas, 11*(8), 1917-1928. https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2748

Ramírez-Maces, H. O., Tadeo-Robledo, M., Villegas-Aparicio, Y., Aragón-Cuevas, F., Martínez-Gutiérrez, A., Rodríguez-Ortiz, G., Carrillo-Rodríguez, J. C., Espinosa-Calderón, A., & de la O Olán, M. (2023). Diversidad biológica del sistema milpa y su papel en la seguridad alimentaria en la Sierra Mixe, Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana, 46*(2), 105–113. DOI: https://doi.org/10.35196/rfm.2023.2.105

MANEJO FORESTAL COMUNITARIO Y DESARROLLO RURAL EN MÉXICO Y AMÉRICA LATINA: CONTROVERSIAS Y PERSPECTIVAS

Claudia Ivette Ortega-Vargas[1]*; Antonio Fidel Santos-Hernández[2]; Conrado Márquez-Rosano[1,2]; Ariadna Isabel Barrera-Rodríguez[1,3]; José Luis Romo-Lozano[2,4,5].

[1]Centros Regionales Universitarios; [2]Departamento de Fitotecnia; [3]Departamento de Preparatoria Agrícola; [4]División de Ciencias Económico Administrativas; [5]División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.
*clauortega1994@gmail.com.

Introducción

Desde la época colonial los bosques latinoamericanos fueron incorporados al sistema-mundo capitalista bajo dinámicas de explotación y despojo, lo que creó una relación asimétrica que persistió hasta el siglo XX. Las reformas agrarias abrieron espacios de tenencia comunal, pero coexistieron con políticas productivistas y posteriormente, con reformas neoliberales que intensificaron la mercantilización y la vulnerabilidad de las comunidades forestales. En este contexto, el Manejo Forestal Comunitario (MFC) emergió como alternativa de resistencia territorial y re-existencia, con el que se articularon dimensiones económicas, ambientales, sociopolíticas, territoriales (Bray et al., 2005), e incluso epistémicas. Además, el MFC se ha consolidado en México y América Latina como una estrategia productiva fundamental para vincular conservación, justicia social y desarrollo rural (DR).

Desde los años noventa, la literatura científica ha abordado el MFC en el DR en México y América Latina, ampliando el debate desde la tenencia comunal y las empresas forestales comunitarias hacia temas como gobernanza, mercados, certificación, entre otros. Sin embargo, este campo de estudio presenta fragmentación y asimetrías geográficas, lo que evidencia la ausencia de una visión sistemática y comparativa que permita identificar tendencias temáticas y territoriales, así como nodos críticos que estructuran el debate contemporáneo sobre el MFC y DR en la región.

El objetivo del estudio fue identificar patrones temáticos, trayectorias históricas, autores clave, países más estudiados y controversias que definen el campo del MFC. Además, se buscó exponer un panorama actualizado y crítico del estado del arte del MFC en la región para conectar estos debates con discusiones más amplias como DR, ecología política y epistemologías del sur.

Materiales y métodos

Se aplicaron tres enfoques metodológicos complementarios: revisión sistemática de la literatura, análisis de contenido con NVivo 12 y análisis bibliométrico mediante bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017). La información se recuperó de Scopus, un repositorio científico que concentra literatura internacional arbitrada por pares en múltiples disciplinas e idiomas (Zhu *et al*., 2020). La estrategia se construyó con términos relacionados al MFC combinados mediante el operador booleano AND con un anclaje espacial explícito a países y regiones de América Latina. Los resultados fueron depurados aplicando criterios de inclusión y exclusión: se consideraron únicamente documentos en etapa final de publicación, publicados entre 1990 y 2025, se descartaron notas y editoriales y se eliminaron registros de áreas disciplinares ajenas al objetivo central (como psicología, biología, medicina, ingeniería, matemáticas e informática). Todos los registros se descargaron con sus metadatos completos en formato CSV para su posterior procesamiento: depuración (se eliminaron aquellos registros poco relevantes) y se ingresó tal base de datos depurada a bibliometrix. Finalmente, se aplicó un análisis de contenido asistido por NVivo 12 con el propósito de identificar temas predominantes, países y regiones más estudiados, así como las convergencias temáticas entre ellos. Para organizar el corpus documental, se utilizó un script en R (RStudio) que automatizó la conversión del archivo CSV en archivos individuales en formato **.**txt, nombrados según el autor principal y el año de publicación. Cada archivo incluyó título, resumen depurado (sin marcas de copyright) y palabras clave de autor (*Author keywords*); tal estructuración permitió una organización sistemática de los registros y facilitó su importación a NVivo 12 para efectuar el análisis cualitativo respectivo.

Resultados y discusión

Inicialmente se obtuvieron 263 registros que fueron depurados hasta un corpus final de 209 documentos (aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión). Se identificó que durante las últimas tres décadas, el MFC ha funcionado como un laboratorio empírico para comprender cómo los derechos indígenas, la acción colectiva, la cohesión social y la gobernanza local configuran paisajes forestales productivos y biodiversos, al tiempo que generan empleo, ingresos y fortalecimiento organizativo.

La producción científica sobre MFC y DR en América Latina tuvo su auge entre 1999 y 2023, con una disminución reciente en el número de publicaciones registradas. Los autores más productivos fueron David Barton Bray, Wil D. De Jong y Edward Alan Ellis; mientras que las instituciones con mayor presencia fueron el Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), la Universidad Veracruzana y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Las revistas núcleo, identificadas mediante la ley de Bradford, fueron *Forest Policy and Economics* y *Land Use Policy*. El análisis de palabras clave reveló una evolución temática: términos pioneros como Oaxaca y *common property* (propiedad comunal) dieron paso a nociones más recientes como *indigenous peoples* (indígenas)*,* Perú *y collective action* (acción colectiva), lo que revela el cambio del foco del debate en dichas temáticas. Además, se identificó que México es el epicentro global del debate (con más del 50% de las publicaciones) seguido por Perú, Bolivia y Brasil. Las nubes de palabras revelaron una amalgama epistemológica: desde enfoques técnico-productivistas hasta perspectivas político-institucionales, críticas y socioambientales que incorporan gobernanza, derechos de tenencia, acción colectiva, mercados, género y ecología política.

El análisis de las 15 publicaciones más citadas identificó seis controversias fundamentales: (1) el carácter exitoso del “modelo mexicano” del MFC, (2) el desempeño del MFC frente a áreas protegidas, (3) la tenencia de la tierra como condición habilitadora del MFC, (4) las ambivalencias del mercado, (5) el rol del capital social y las instituciones locales, y (6) los desafíos de género y participación comunitaria. La publicación más citada se centró en los mercados y la certificación forestal como motores de cambio (aunque advirtiendo sobre sus limitaciones) y la segunda (Charnley & Poe, 2007) aportó una panorámica crítica del campo, subrayando logros, controversias, y la necesidad de mejorar las condiciones estructurales para hacer viable al MFC (esto es, garantizar instituciones locales sólidas, políticas estatales coherentes y la capacidad de las comunidades forestales para enfrentar las presiones del mercado).

Conclusiones

El MFC emerge como una de las estrategias más robustas de la región para articular conservación, cohesión social y DR. Sin embargo, persisten tensiones estructurales vinculadas al poder, a la desigualdad y a la propia tenencia de la tierra que condicionan su éxito. La triangulación metodológica permitió identificar patrones temáticos, trayectorias históricas, autores clave y controversias que definen el campo. El aporte del estudio fue doble: se ofreció un panorama actualizado y crítico del estado del arte del MFC en la región y se conectó estos debates con discusiones más amplias.

Literatura citada

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.

Bray, D. B., Merino-Pérez, L., & Barry, D. (2005). *The community forests of Mexico: Managing for sustainable landscapes*. University of Texas Press.

Charnley, S., & Poe, M. R. (2007). Community forestry in theory and practice: Where are we now? *Annual Review of Anthropology*, *36*, 301–336. DOI: 10.1146/annurev.anthro.35.081705.123143

Zhu, J., & Weishu, L. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics, 123*(1), 321-335. DOI:10.1007/s11192-020-03387-8.

EVALUACIÓN FINANCIERA Y COMPARATIVA DE RENTABILIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA CONVENCIONAL Y SUSTENTABLE

Erick Antonio Landa-Vidal[1*]; José de Jesús Brambila-Paz[1]; María Magdalena Rojas-Rojas[2]; María del Carmen López-Reyna[1]

[1] Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado en Economía, Carretera Federal México-Texcoco Km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230. [2] Universidad Autónoma Chapingo, Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Carretera Federal México-Texcoco Km 38.5, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230.

* landa.erick@colpos.mx

Introducción

El sector agropecuario desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria y el desarrollo económico en regiones rurales. Sin embargo, la necesidad de incrementar la productividad trae consigo repercusiones ambientales. En México, el sector agrícola genera del 18 al 20% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, siendo la ganadería responsable de más del 80% debido a la fermentación entérica (ONU, 2023). La adopción de prácticas sustentables es relevante para los actores de la cadena de valor, pero implica demanda de recursos y enfrentamiento a escenarios de incertidumbre, por lo que los productores suelen mostrarse adversos a estos cambios. La baja rentabilidad de los pequeños productores y la falta de información complican la obtención de financiamiento para transitar hacia modelos sustentables. El objetivo fue analizar la viabilidad económica de la conversión de modelos convencionales a sustentables, contrastando los indicadores financieros como Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (RBC) e identificar oportunidades de financiamiento.

Materiales y Métodos

La rentabilidad de la actividad ganadera se realizó con datos del Centro de Desarrollo Tecnológico La Noria de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) recopilados en su campo experimental durante 2023. El flujo de efectivo se estimó a partir de una proyección en desarrollo de un hato de 291 cabezas de ganado en 153.5 ha, con información disponible sobre costos e ingresos. A partir de los flujos económicos en un horizonte de 7 años se calcularon los indicadores financieros (TIR, VAN, RBC) con una tasa de descuento (i) del 12%, considerando la tasa de interés de referencia del Banco de México del 11.25%. Para el análisis de producción sustentable, se agregaron los costos adicionales por la implementación del sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala* y *Tanzania* y el incremento en la carga animal en el sistema. Se siguió la metodología de Retorno Social de la Inversión (SROI) conforme a la Guía Metodológica de The SROI Network (Nicholls *et al*., 2012) para estimar el valor monetario de impactos sociales y ambientales. Mediante revisión bibliográfica se identificaron fuentes de financiamiento, contrastando el modelo con la Taxonomía Sostenible de México (SHCP, 2023) y el Marco de Bonos Sostenibles de FIRA (2023).

Resultados y discusión

El análisis del sistema convencional mostró una TIR de 8%, un VAN negativo de -$495,118 y una RBC de 1.05, indicando poca viabilidad financiera según los criterios de aceptación (VAN≥0, TIR≥i, RBC≥1). La estructura de costos reveló que el 50% de los costos de operación anual se destinan a alimentación, seguido de mano de obra (20%), sanidad (14%) e inseminación artificial

(9%). El modelo silvopastoril, con incremento del 21.6% en costos anuales y duplicación de la inversión en capital de trabajo ($7,192,000), mejoró significativamente los indicadores: TIR de 15.4%, VAN positivo de $860,054 y RBC de 1.19. Esto concuerda con Barragán (2021), quien reporta TIR de hasta 44% en sistemas silvopastoriles en Veracruz y con González (2013), quien documenta que la implementación de *Leucaena leucocephala* representa un incremento del 21.6% de costos, pero duplica la capacidad de carga. El análisis SROI incorporó un valor socioambiental adicional anual de $342,145.60: servicio de salud para 10 familias ($150,000), disminución de metano ($50,000), absorción de nitrógeno ($2,145.60) y capacitación a trabajadores ($140,000). Esto generó una TIR social de 21% y un SROI de 1.32, indicando que por cada peso invertido se obtiene un retorno social y ambiental de $1.32. El modelo analizado se alinea con la Taxonomía Sostenible de México (SHCP, 2023) al incorporar prácticas como aumento de biomasa, gestión de pastoreo, alimentación con leguminosas, manejo de residuos y recuperación de suelos. Asimismo, cumple con criterios de elegibilidad del Marco de Bonos Sostenibles de FIRA (2023) para la categoría Agricultura y ganadería sostenible, que considera pastoreo controlado, establecimiento de unidades con prácticas silvopastoriles y gestión integrada de la fertilidad del suelo.

Conclusiones

La reconversión de un sistema bovino convencional a un modelo silvopastoril es económicamente viable, aun cuando implica un aumento de 21.6% en los costos anuales y mayores requerimientos de capital de trabajo. Los indicadores financieros muestran una mejora significativa, al incrementarse la TIR de 8% a 15.4% y la RBC de 1.05 a 1.19, con un VAN positivo. Además, el análisis de SROI evidencia beneficios sociales y ambientales cuantificables, y su alineación con instrumentos financieros sostenibles amplía sus oportunidades de financiamiento como bonos verdes, créditos de avío y subsidios gubernamentales.

Literatura citada

Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Acción climática*. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44777/UNEP_Annual_Report_2023_Spanish.pdf?sequence=22

Barragán, J. G. A. (2021). Caracterización y análisis de la cadena de valor y de los mercados de la ganadería regenerativa de bovinos en Chiapas, Chihuahua, Jalisco y Veracruz, México: Contexto nacional y estados. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN).

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2023). Marco de Bonos sostenibles. https://www.fira.gob.mx/Files/Marco_Referencia_Bono_Sostenible_2023_es.pdf

González, J. M. (2013). Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), con base en Leucaena leucocephala (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 35-50.

Nicholls, J., Lawlor, E., Neitzert, E., & Goodspeed, T. (2012). A guide to Social Return on Investment. https://neweconomics.org/uploads/files/aff3779953c5b88d53_cpm6v3v71.pdf: The SROI Network.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2023). Taxonomía Sostenible de México. https://www.gob.mx/shcp/documentos/taxonomia-sostenible-de-mexico?state=published

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA CAFETALERO EN OAXACA, MÉXICO

Rosalía Ortiz-Heraz [1*]; Gustavo Omar Díaz-Zorrilla [1]; Cristóbal Santos-Cervantes [2]; Salvador Lozano-Trejo [1]; Gisela Margarita Santiago-Martínez [1]
[1]Tecnológico Nacional de México, Campus Valle de Oaxaca (ITVO). Ex-hacienda de Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca México.C.P.17233. [2]Universidad Autónoma Chapingo. México-Texcoco km 38.5, Chapingo México.
* rosaliaortizheraz@gmail.com

Introducción

La producción de café en México se desarrolla principalmente en comunidades rurales e indígenas, donde este cultivo constituye una estrategia económica, social, ambiental y cultural fundamental para miles de familias campesinas. Los territorios cafetaleros no solo representan una fuente de ingreso económico, sino que también forman parte de la organización social y de la identidad colectiva de las comunidades productoras (Robles Berlanga, 2016). En Oaxaca, la cafeticultura se caracteriza por desarrollarse a pequeña y mediana escala, principalmente en territorios indígenas asentados en zonas rurales (Garduño y Ramírez, 2020).El presente trabajo analizó el sistema cafetalero como una actividad que simboliza el trabajo colectivo y la identidad cultural. En este contexto, el objetivo fue realizar un diagnóstico del sistema cafetalero con la finalidad de analizar sus condiciones económicas y productivas desde una perspectiva participativa.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de La Nueva Esperanza, municipio de Putla, Oaxaca, ubicada en la región de la Sierra Sur. La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y cuantitativo, utilizando la metodología de Diagnóstico Rural Participativo (DRP), con el propósito de analizar las condiciones socioeconómicas y productivas de pequeños productores de café. Como técnicas de investigación se aplicaron talleres participativos, entrevistas semiestructuradas y observación directa en campo. En total, se realizaron cuarenta entrevistas a productores activos en la cafeticultura, con el fin de recabar información sociodemográfica, económica y productiva. Con los datos obtenidos se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para reducir la dimensionalidad de las variables socioeconómicas y productivas, así como un análisis de conglomerados (clúster), utilizando el software SAS.

Resultados y discusión

El Análisis de Componentes Principales (ACP) permitió identificar cuatro variables altamente correlacionadas en el funcionamiento del sistema cafetalero. El primer componente explicó el 43.97 % de la varianza total y se asoció principalmente con los años de experiencia de los productores en el manejo del cultivo, la variedad Borbón y la densidad de plantas por hectárea, variables relacionadas con mejores rendimientos. El segundo componente explicó el 25.47 % de la varianza y se vinculó de manera relevante con el rendimiento obtenido en el año 2023. En conjunto, los dos primeros componentes explicaron el 69.44 % de la variabilidad total, lo que indica que estos factores representan los principales elementos estructurales del sistema cafetalero analizado.A partir del análisis de conglomerados se identificaron tres grupos diferenciados de productores, de acuerdo con las variables más correlacionadas en el sistema cafetalero (Tabla 1). La mayoría de los productores se concentró en el Grupo I, caracterizado por una alta variabilidad en la productividad. El Grupo II presentó un nivel productivo intermedio, asociado a la adopción parcial de prácticas de manejo del cultivo. En contraste, el Grupo III se distinguió por un mayor desempeño productivo, relacionado con la implementación de prácticas

de manejo más eficientes. No obstante, los productores de la comunidad muestran resistencia a la adopción de prácticas tecnificadas, ya que la mayoría continúa trabajando con conocimientos tradicionales transmitidos de generación en generación. Esta situación refleja la estrecha relación entre la cafeticultura y la cultura local.

Cuadro1. Tipología de productores de café obtenida mediante análisis de conglomerados, a partir de las variables del ACP.

Tipología	Número de productores	Promedio de plantas/ha	Producción	Variedad Borbón (promedio %)	Años de experiencia	Caracterización estructural
Grupo I	16	1075	Bajo	12%	20	Alta variabilidad productiva
Grupo II	7	1100	Medio	28%	27	Sistema de rendimiento intermedio
Grupo III	4	1375	Alto	25%	31	Sistema con mayor desempeño

La tipología evidencia diferencias estructurales entre los grupos de productores, asociadas al nivel de producción, la experiencia y las prácticas de manejo. Estos resultados coinciden con lo señalado por Martínez-López et al. (2019), quienes destacan la importancia del diálogo de saberes en los sistemas cafetaleros, particularmente en contextos donde el cultivo del café está estrechamente vinculado con la identidad cultural. En este sentido, el fortalecimiento del cultivo del café requiere la incorporación de prácticas técnicas compatibles con los saberes tradicionales, respetando las dinámicas socioculturales locales.

Conclusiones

El diagnóstico cafetalero permitió identificar al café como una estrategia económica relevante para las familias campesinas; sin embargo, debido a su carácter diversificado, también cumple una función fundamental en la subsistencia alimentaria familiar y en la reproducción social de los productores. Asimismo, se identificaron tipologías diferenciadas de productores, asociadas a niveles de productividad, experiencia y prácticas de manejo. La cafeticultura permanece en las comunidades rurales no solo como una actividad productiva, sino como un modo de vida que articula dimensiones económicas, culturales y territoriales. En este sentido, el cultivo del café representa una forma de resistencia frente a los cambios, al tiempo que plantea retos para la incorporación de innovaciones técnicas acordes con los contextos socioculturales locales.

Literatura citada

Garduño Ángeles, G., & Ramírez León, A. (2020). Beneficios de pertenecer a una organización cafetalera: El caso de Santa María Yucuhiti, Oaxaca. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía, 51*(202). https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2020.202.69516

Martínez-López, A., Cruz-León, A., Sangerman-Jarquín, D. M., Díaz Cárdenas, S., Cervantes Herrera, J., & Ramírez-Valverde, B. (2019). El estudio de los saberes agrícolas como alternativa para el desarrollo de las comunidades cafetaleras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10*(7), 1615-1626. https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.2113

Robles Berlanga, H. (2016). La pequeña agricultura campesina y familiar: Construyendo una propuesta desde la sociedad. *EntreDiversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 1*(7), 46-83. https://doi.org/10.31644/ED.7.2016.a02

MODELO SUSTENTABLE PARA LA PROMOCIÓN BIOCULTURAL ANTE LA CRISIS GLOBAL

Iván Primitivo González-Romero[1]; Jorge Gustavo Ocampo-Ledesma[2]; Álvaro Reyes-Toxqui[3]; Javier Castañeda-Rincón[4]; Jorge Aguilar-Ávila[2].
[1]Maestría en Estrategia Agroempresarial, CIESTAAM, [2]CIESTAAM, [3]Preparatoria Agrícola, [4]Departamento de Recursos Naturales. Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México – Texcoco 56230 Chapingo, México.
* iprimitivo.gonzalez@ciestaam.edu.mx

Introducción

La bioculturalidad busca preservar la diversidad biológica y cultural de los territorios y las comunidades que los habitan y resguardan y señala que dicha riqueza puede ayudar a elevar los niveles de bienestar en varias áreas de la vida ante las crisis ambiental, sanitaria y financiera.

Una opción pertinente para continuar esta labor pueden ser las actividades de empresas de promoción y vinculación entre usuarios, productores y promotores bioculturales, que fomenten redes de comunicación, aprendizaje y cadenas de valor sostenibles, así como su implementación en la mejora de condiciones ante las crisis que vive la humanidad.

Casos como el de la espirulina máxima y barras de ahuautle que se incluyen en el paquete de alimentos de los astronautas de la NASA (Guevara, 2024) o investigaciones sobre las propiedades regenerativas del Ajolote por parte del Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco de la Universidad Autónoma Metropolitana, para replicarlas en la regeneración de tejidos humanos muestran que la riqueza biocultural también incluye sistemas complejos de conocimientos tradicionales de análisis y sistematización de información acerca de la relación entre la biota, el territorio y las actividades humanas que deriva en conocimientos científicos o un marco epistémico trans e interdisciplinario para investigaciones actuales y que pueden tener repercusiones prácticas para el mejoramiento de la calidad de vida.

Basado en el desarrollo de una promotora Biocultural en Texcoco, Estado de México operando desde 2021 y su profesionalización con la capacitación en el CIESTAAM de la UACH, se propone en este estudio un modelo replicable de sostenibilidad para una empresa con estas características y que como resultado también fomenta la mejora de los indicadores de bienestar.

Materiales y Métodos

Se aplicaron al modelo teorías como análisis de la empresa, actividades y sus relaciones de acuerdo al concepto de red de valor de Vera (2017), innovación de valor de Bustamante (2013), diseño de la propuesta de valor (Mora et al., 2024) los conceptos de mercadotecnia: plaza, precio, promoción y producto (González, 2014), para proponer la agenda estratégica de la empresa que cubriera las necesidad de los usuarios y señale las mejoras necesarias para llevarla a cabo. Se decidió incluir los principios y valores de la filosofía ancestral mexicana *Toltekayotl* (Marín, 2018), como pilares de la empresa y en el desarrollo de su propuesta de valor para fortalecer su trascendencia en el tiempo (García, 2018).
Se desarrollaron las actividades clave, diseño de procesos operativos, presupuesto de inversión, plan de inversión, la proyección de ingresos y egresos (Morales, 2014) y se proyectaron indicadores financieros como la Tasa Interna de Retorno, así como el capital de trabajo y la inversión total del proyecto para lograr un balance operativo y analizar la factibilidad y rentabilidad del proyecto en un periodo de uno y dos años y su evolución sustantiva en el tiempo para la toma de decisiones estratégicas.

Además se contrastaron los objetivos del proyecto con emprendimientos bioculturales similares (Bello & Pérez, 2017) donde se ponderan la triple sostenibilidad y la preservación biocultural.

Resultados y Discusión

Esta promotora biocultural basada en activos livianos resulta es factible y sostenible con indicadores como la Tasa Interna de Retorno mensual en un 24%, recuperando una inversión de $91,000 MXN en los primeros tres meses de operaciones asegurando la demanda con una planeación adecuada de la campaña de promoción.

Otros beneficios identificados son una cadena de valor corta que reduce el costo y aumenta las ganancias para cada extremo de la cadena de valor, que los usuarios manifiestan mejoras en sus niveles de bienestar en economía, salud, compromiso ambiental, cultura general y reconocimiento de la importancia del patrimonio biocultural por el consumo de alimentos y plantas medicinales producidas localmente y talleres sobre filosofía, etnomatemática, herbolaria básica, nutrición y paseos senderistas, todo ello ofertado por la promotora biocultural. Este proyecto logra un equilibrio rentable entre la sostenibilidad económica, social y ambiental y la preservación biocultural.

Conclusiones

Existen vías para lograr la sostenibilidad de una empresa de promoción y vinculación biocultural basada en activos livianos, alejada del extractivismo y que fomente mejoras en los indicadores de bienestar al realizar un análisis de las necesidades prioritarias, un estudio empresarial y de mercado pertinente, fomentar una red de relaciones directa entre los actores clave de la red de valor y a su vez promover la preservación biocultural.

Literatura Citada

Bello Cervantes, I., & Pérez Serrano, A. M. (2017). Turismo biocultural: Relación entre el patrimonio biocultural y el fenómeno turístico. Experiencias investigativas. *Scripta Ethnologica*, *XXXIX*, 109-128.

Bustamante, J. A. (2013). *El valor de innovar*. B DE BOOKS.

García Muñoz Aparicio, C. (2018). La cultura y la responsabilidad social: Análisis de empresas exitosas en México. *Revista Perspectiva Empresarial*, *5*(1), 53-67. https://doi.org/10.16967/rpe.v5n1a5

González Moreno, F. E. (2014). Mercadotecnia estratégica: Teoría e impacto en las unidades de información. Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas y de la Información.

Guevara, L. (2024, febrero). El super alimento que consumían nuestros ancestros y que la NASA quiere cultivar en marte. El Universal. https://www.eluniversal.com.mx/tendencias/el-super-alimento-que-consumian-nuestros-ancestros-y-que-la-nasa-quiere-cultivar-en-marte/

Marín, G. (2018). Toltecayotl. Sabiduría ancestral Tolteca (1°). Educayotl A. C. http://toltecayotl.org/tolteca/?id=20253

Mora Aristega, J. E., García León, E. P., & Ley Leiva, N. V. (2024). Propuesta de valor, factor clave para el éxito de los emprendimientos. *Revista FAECO Sapiens*, *7*(2), 59-72. https://doi.org/10.48204/j.faeco.v7n2.a5272

Morales Castro, J. A. & Morales Castro A. (2014). Planeación financiera. Grupo Editorial Patria.

Vera Martínez, P. S. (Ed.). (2017). Cadenas de valor y sostenibilidad en Latinoamérica (Primera edición). Publicaciones Empresariales UNAM FCA Publishing.

MOVIMIENTOS ESTRATÉGICOS DE UNA AGROEMPRESA FAMILIAR Y LA RELACIÓN CON SU DESARROLLO

Ramsés Montalvo-López[1]*; Enrique Genaro Martínez-González[1]; Manrrubio Muñoz-Rodríguez[1]
[1]CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5. Chapingo, Estado de México. C.P. 56230. México.
* ramses.montalvo@ciestaam.edu.mx

Introducción

La Secretaría de Economía (2024) reporta que las empresas del país enfrentan retos como la esperanza de vida empresarial corta, donde 52 de cada 100 Mipymes cierran durante los dos primeros años. Ante ello, Osterwalder y Pigneur (2010) indican que la permanencia de una empresa en el tiempo radica en su modelo de negocio, donde crea, entrega y captura valor para sostenerse en el tiempo; sin embargo, es necesario reconocer que el modelo de negocio no equivale por sí solo a la permanencia de una empresa y depende en gran medida de elecciones y dirección estratégica (Casadesus y Ricart, 2010). Considerando lo anterior, Kim y Mauborgne (2005) proponen a los movimientos estratégicos, como las acciones y decisiones tomadas en el tiempo, principalmente por los tomadores de decisiones, para producir una oferta significativa que conduzca a la creación de un mercado y garantizar dicha permanencia. Es por ello que el objetivo de esta investigación analiza los movimientos estratégicos de una empresa emblemática del sector agroalimentario, destacada por su trayectoria, crecimiento y desarrollo; con la finalidad de identificar estos movimientos y entender cómo se relacionan con su desarrollo, que podría ser de interés y utilidad para otras empresas del sector.

Materiales y métodos

Se realizó una colecta de información interna de una empresa agrícola de carácter familiar con 21 años de operación, donde se obtuvieron datos relacionados con el crecimiento, toma de decisiones y creación de unidades de negocio, interpretando y categorizando de acuerdo con las siete categorías de movimientos estratégicos propuestas por Islas et al. (2021), 1) crecimiento e intensificación, 2) reconversión, 3) diversificación, 4) integración, 5) diferenciación, 6) tercerización y 7) digitalización, alineándolos temporalmente con la trayectoria y crecimiento de la empresa. La información se recabó el 20 de junio de 2025.

Resultados y discusión

El crecimiento empresarial en los años en que se implementaron movimientos estratégicos coincide con incrementos en los ingresos durante la trayectoria de la empresa (Cuadro 1).

Cuadro 1. Movimientos estratégicos por hito (2002–2023) y nivel de ingreso anual relativo al 2023. (2023 = 100%).

Año	Decisión / Acción	Movimiento estratégico	%
2002 (inicio)	Asesoría técnica personalizada y gestoría de insumos agrícolas asociada a la venta de jitomate	Diferenciación	0.01%
2002-2004	Compras consolidadas de insumos agrícolas	Crecimiento e intensificación	0.32%
2004-2020	Apertura de 15 sucursales en este lapso de tiempo	Crecimiento e intensificación	42.42%
2005	Distribución directa de insumos	Integración	0.29%
2007	Producción agrícola propia - Jitomate	Diversificación	1.10%
2008	Producción agrícola propia - Maíz	Diversificación	1.64%
2008	Asesoría técnica en nuevo cultivo - Maíz	Crecimiento e intensificación	1.64%
2008	Contratación de servicios contables y fiscales	Tercerización	1.64%
2010-2012	Producción agrícola propia: Cebada maltera	Diversificación	4.56%
2020	Implementación de ERP para administración	Digitalización	42.42%
2021	Producción porcina y venta de carne porcina	Diversificación e integración	60.87%
2021	Producción propia y venta de pimienta gorda	Diversificación e integración	60.87%
2023	Empaque de jitomate	Diversificación e integración	100%

Además, los modelos de negocio se consolidaron en las siguientes figuras jurídicas creadas ante un mercado que exige formalización (Cuadro 2).

Cuadro 2. Figuras jurídicas y % de ingresos de su giro de negocio del año 2023 (Total=100%).

Figura	Actividad	Constitución	Situación	% de ingresos (2023)
1	Compra – Venta Insumos	2003	Pausada	Sin actividad
2	Producción Agrícola - Porcina	2007	Operativa	1.26%
3	Servicio Contable-Fiscal	2008	Operativa	Autoconsumo
4	Producción Agrícola - Granos	2012	Operativa	20.47%
5	Compra-Venta Insumos	2018	Operativa	41.75%
6	Compra-Venta Insumos	2021	Operativa	19.55%
7	Compra-Venta Insumos	2021	Operativa	7.77%
8	Producción Agrícola - Hortalizas	2021	Operativa	4%
9-10	Inmobiliaria - Logística	2021	Operativa	Autoconsumo
11	Servicios de Capacitación	2022	Operativa	Autoconsumo
12	Comercialización - Hortalizas	2023	Operativa	4.74%

Los movimientos estratégicos no solo impulsaron el crecimiento, sino también la formalización de los modelos de negocio, donde el giro de compra-venta de insumos representó 69.07% de los ingresos del 2023; resultado de los movimientos estratégicos de diversificación e integración, ampliando las opciones de mercado y reduciendo riesgos.

Conclusión

El crecimiento y permanencia del sujeto de estudio se asocia principalmente con la implementación acumulativa de movimientos estratégicos de la mano de sus modelos de negocio, siendo el movimiento estratégico quien antecedió al modelo de negocio. En conjunto, estos movimientos ampliaron el alcance comercial, permitiendo ajustar el modelo de negocio y sostener su desempeño a lo largo del tiempo.

Literatura citada

Casadesus-Masanell, R., & Ricart, J. E. (2010). From strategy to business models and onto tactics. *Long Range Planning, 43*(2–3), 195–215. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.01.004

Islas-Moreno, A., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, V.H., Martínez-González, E. G., Aguilar-Gallegos N. & Morris W. (2021). The role of conflict in the adoption of governance practices in family businesses. *Journal of Family Business Management*, 12(4), 959-980. https://doi.org/10.1108/JFBM-03-2021-0019

Kim, W. C., & Mauborgne, R. (2005). Blue Ocean Strategy: How to Create Uncontested Market Space and Make the Competition Irrelevant. Boston, MA: *Harvard Business School Press.*

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Hoboken, NJ: *John Wiley & Sons*.

Secretaría de Economía. (2024). *Mipymes mexicanas: motor de nuestra economía*. 1–44. https://mipymes.economia.gob.mx/Recursos/Dosier_MIPYMES.pdf

ESTRUCTURA DE COSTOS Y PUNTO DE EQUILIBRIO EN PRODUCCIÓN DE CARNE BAJO PASTOREO EN MICHOACÁN

José Luis Velez-Labrada[1]*; J. Reyes Altamirano-Cárdenas[1]; Vinicio Horacio Santoyo-Cortés[2].
[1]Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). [2]Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
* jluis.velez@ciestaam.edu.mx

Introducción

La ganadería bovina de carne bajo pastoreo en Michoacán opera con márgenes sensibles a variaciones en insumos y manejo (Valencia & Mejía, 2023), por lo que entender cómo se distribuye el gasto en efectivo y cuál es el precio mínimo de venta para cubrir desembolsos es clave para la toma de decisiones en unidades extensivas. En este trabajo se presenta un análisis de la estructura de costos con enfoque de flujo de efectivo (liquidez) de una unidad de producción de carne bovina en pastoreo de la región lacustre de Pátzcuaro, Michoacán, presentando valores relativos para facilitar comparación entre unidades y ciclos productivos.

Materiales y métodos

La información se obtuvo a través de la realización de un panel participativo para la construcción de una Unidad Típica de Producción (UTP) con la metodología adaptada por Sagarnaga-Villegas et al. (2018), realizado en Tzurumútaro, Michoacán, donde se acordaron entre actores como productores, técnicos y representantes de la asociación ganadera local, prácticas de manejo, precios y gastos (Cuadro 1); posteriormente se validaron los resultados con los participantes y se procesaron en hojas de cálculo para estimar ingresos, egresos y estructura de costos. El análisis se restringió al enfoque de liquidez, que considera únicamente egresos que implican salida real de efectivo (alimentación, medicamentos, jornales, servicios, etc.) para evaluar la capacidad operativa de corto plazo del último ciclo.

Cuadro 1. Descripción de la UTP producción de carne en la región de Pátzcuaro Michoacán

Componente	Descripción
Suministro de agua	Jaguey y Temporal
Fechas de plantación maíz para ensilar	Primavera-Verano
Punto de venta	Introductor-Rastro-Carnicero
Superficie siembra (ha)	2
Superficie pradera (ha)	2
Vientres	15
Becerros finalizados por ciclo	5

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo, 2025

Resultados y discusión

El costo total desembolsado fue de $112,727.00 en un ciclo productivo de 15 meses y el costo en efectivo por kilogramo producido fue de $70.45, interpretado como precio de equilibrio en flujo de efectivo el precio mínimo para cubrir egresos, sin incluir depreciación ni costos de oportunidad (Sagarnaga-Villegas et al., 2018). En términos relativos, el gasto se concentró en: alimentación (58.4%) ligeramente inferior a lo que se menciona en la literatura (60-70%) (Núñez-Torres, 2017), combustibles (20.0%) y mano de obra temporal remunerada (16.0%). Otros rubros tuvieron menor

peso: compra de medicamentos y vitaminas (3.2%), servicios técnicos (0.4%), mantenimiento (0.6%) e impuestos/cuotas (1.4%). Un aspecto relevante es que el subsidio a fertilizantes se registró como transferencia equivalente a −8.9% del costo total en efectivo, reduciendo el desembolso observado y, por tanto, aportando al resultado operativo medido solo por flujo de efectivo. Bajo este enfoque, el ingreso bruto del ciclo fue de $176,000.00 y la utilidad neta en efectivo de $63,273.00 lo que confirma viabilidad operativa de corto plazo siempre que se mantenga el control del gasto en rubros dominantes (área agrícola para la producción de ensilado y praderas, combustibles, manejo sanitario, mano de obra y suplementación).

Conclusiones

Bajo el enfoque de flujo de efectivo, la UTP analizada fue operativamente viable, cabe mencionar que, en el año de estudio, el desempeño estuvo respaldado por un contexto productivo y de mercado que favoreció el ingreso: una disponibilidad de forraje asociada a un temporal sin restricciones severas y un precio de venta en canal que permitió cubrir los desembolsos y generar un excedente en caja. En estas condiciones, la estructura relativa del gasto mostró una fuerte concentración en pocos rubros (alimentación, combustibles y mano de obra), por lo que la estabilidad del margen depende de la eficiencia con que se administren esos componentes y de mantener los indicadores reproductivos adecuados. Además, el registro de apoyos como transferencias reduce el desembolso observado y puede mejorar el resultado en efectivo, por lo que es indispensable reportarlo explícitamente para no sobreestimar el desempeño operativo, la prioridad técnica debe orientarse a elevar productividad y resiliencia a través del mejor manejo de las praderas, generar una autosuficiencia forrajera e incrementar la tasa de pariciones.

Literatura citada

Núñez-Torres, O. (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science, 4*, 93–94. https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2017.040200093

Sagarnaga-Villegas, L. M., Salas-González, J. M., & Aguilar-Ávila, J. (2018). Metodología para estimar costos, ingresos y viabilidad financiera y económica en Unidades Representativas de Producción (6th ed.). Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Serie: Metodologías y herramientas para la investigación.

Valencia, J. B., Hernández, M. Á. B., & Mejía, C. M. (2023). Diagnóstico del sector ganadero bovinos productores de carne de la Región V Tepalcatepec, Michoacán. *South Florida Journal of Development, 4*(8), 3345–3358. https://doi.org/10.46932/sfjdv4n8-029

RENTABILIDAD DE AMARANTO EN PUEBLA

Ayala Garay Alma Velia[1]*; Mejía Mendoza José Luis[2]; Rodríguez González Luceli[2]; Escamilla Ramírez Rosalinda[2]; Rosario Mejía Ramírez[2].
[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de México. Texcoco, Estado de México, México.
[2]Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior Acatlán de Osorio. Acatlán de Osorio, Puebla, México.
* ayala.alma@inifap.gob.mx

Introducción

De acuerdo con un estudio realizado por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, el amaranto es uno de los 36 cultivos más prometedores del mundo, siendo una fuente importante de proteínas, minerales y vitaminas naturales (SADER, 2014). A nivel global, se estima una importación anual aproximada de 201 mil toneladas de este grano, siendo los países europeos los principales compradores (SIAP, 2023b). Anualmente se producen alrededor de 6000 toneladas a nivel nacional, Puebla destaca como el principal estado productor, con el 56 % del total nacional y una superficie sembrada de 1,779 hectáreas. La producción del Estado se concentra de manera predominante en tres municipios: Tochimilco (79 %), Atzitzihuacan (8.6 %) y Cohuecan (9.6 %) (SIAP, 2023a). En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar la rentabilidad del amaranto en algunos municipios del Estado de Puebla, para comprender su desempeño productivo y desarrollar estrategias que fortalezcan la producción del amaranto en esta región.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en los municipios de Atzitzihuacán y Tochimilco en el estado de Puebla. Seleccionados por su relevancia en la producción. La población de estudio se determinó mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional o selectivo (Rojas, 2002), considerando criterios de homogeneidad en el sistema de producción, nivel tecnológico, experiencia en el cultivo y conocimiento de parámetros productivos y costos de operación. Como instrumentos de recolección de información se aplicaron encuestas estructuradas y se desarrollaron paneles de trabajo. En total, se encuestaron 30 productores y se realizaron dos paneles de trabajo, entre junio y diciembre de 2024, con la participación de productores y otros agentes clave de la cadena productiva. La rentabilidad del cultivo se estimó mediante el cálculo de indicadores productivos y económicos (Samuelson & Nordhaus, 2012). A partir de los costos de producción correspondientes al ciclo primavera-verano 2024, con información del trabajo de campo. Los costos incluyen insumos y medios de producción como semillas, fertilizantes y mano de obra, el costo de oportunidad de la mano de obra y el costo de oportunidad de la tierra (en algunos casos propio) (Samuelson & Nordhaus, 2012).

Resultados y discusión

Los productores son ejidatarios. No obstante, la mayoría manifiesta falta de interés y disposición para integrarse a esquemas de organización. Los costos de producción se dividen en costos directos e indirectos. De acuerdo con el trabajo de campo, los costos directos representan aproximadamente el 83% de los costos de producción, con un valor total de $38,309.79 MXN (Cuadro 1). Este presupuesto se divide entre los insumos y las labores agrícolas manuales y mecanizadas, mostrando que la mayor parte de la inversión está asociada directamente a la producción en campo. Las labores agrícolas manuales representan el mayor componente de los costos de producción, concentrando alrededor del 36 % del total, desde la preparación del terreno hasta la cosecha. El costo de la mano de obra constituye el principal gasto; sin embargo, este componente se ha visto impactado por la migración en la región, disminuyendo la disponibilidad laboral en el campo. La relación beneficio-costo (B/C) de 1.22 indica que por cada peso invertido se obtiene una ganancia de 22 centavos, lo que demuestra la viabilidad económica del cultivo. Aun así, incrementar la productividad es clave para mejorar los rendimientos, reducir los costos unitarios, y aumentar la rentabilidad. El precio por tonelada a granel varía de $23,000/t a

$34,000/t, se identificaron canales de comercialización cortos, limitándose principalmente a intermediarios, quienes acopian el grano y fijan el precio.

Cuadro 1. Costos de producción de Amaranto en el Estado de Puebla, 2024

Concepto	Costos
Insumos ($ ha-1)	12,630.46
Labores mecanizadas ($ ha-1)	8,970.00
Labores manuales ($ ha-1)	16,709.34
Costos directos ($ ha-1)	38,309.79
Renta de la tierra ($ ha-1)	3,800.00
Gastos generales ($ ha-1)	4,210.98
Costos indirectos ($ ha-1)	8,010.98
Costo total ($ ha-1)	46,320.77
Rendimiento (t ha-1)	2.10
Costo por tonelada ($ t-1)	22,057.51
Precio ($ t-1)	27,000.00
Utilidad ($ t-1)	1.22

Fuente: Elaboración de los autores con datos de trabajo de campo

Conclusiones

El amaranto es un producto rentable en la producción primaria; no obstante, su comercialización continúa siendo limitada. La falta de organización entre los productores propicia el acaparamiento por parte de intermediarios, por lo que resulta indispensable impulsar estrategias de vinculación para consolidar un sistema de comercialización más justo y equitativo. Asimismo, incrementar la productividad es fundamental, ya que mayores rendimientos reducen los costos unitarios y elevan la rentabilidad. Ante la limitada disposición de mano de obra, es necesario promover el uso de tecnologías adecuadas para la producción, como la mecanización. Finalmente, la obtención de certificaciones de calidad, y la participación en ferias, exposiciones y eventos agrícolas, como estrategias de promoción, pueden contribuir al posicionamiento del cultivo y su fortalecimiento en la región.

Literatura citada

Rojas R. (2002). Guía para realizar Investigaciones Sociales. Plaza y Valdés Editores. https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/guia-realizar-investigaciones-sociales-rojas-soriano.pdf

SADER (2014). Apoya al gobierno de EPN la producción de amaranto en Puebla. Recuperado de: https://www.gob.mx/agricultura%7Cpuebla/es/articulos/apoya-gobierno-de-epn-la-produccion-de-amaranto-en-puebla#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20el%20estado%20de,y%20San%20Salvador%20El%20Verde

Samuelson, P. A. y Nordhaus, W. D. (2012). Economía 19. Madrid: McGraw-Hill.

SIAP (2023a). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Recuperado de: https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

SIAP (2023b). Expectativas Agroalimentarias 2023. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/819645/Expectativas-2023.pdf

EL AGRONEGOCIO DEL CACAO, ANÁLISIS DEL MODELO TECNIFICADO EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL HUILA, COLOMBIA

[1*]Jaime Eduardo Bravo-Calderón; [2]José María Salas-González; [2]Dursun Barrios; [2]Arturo Perales-Salvador

[1]Estudiante de doctorado de la DICEA Universidad Autónoma Chapingo, México-Texcoco km 38.5, Chapingo México; [2]Profesor Investigador Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
* jaime.bravo1203@gmail.com

Introducción

En el marco de las políticas de desarrollo rural de la Gobernación del Huila, el cacao ha sido priorizado como una cadena estratégica para la transformación económica territorial, dada su capacidad de generar valor agregado y dinamizar economías rurales (Chaves, 2018; Mora, 2015). Sin embargo, la transición de una agricultura de subsistencia a un agronegocio competitivo requiere un análisis profundo de la estructura de costos y la eficiencia del capital, especialmente en contextos de alta volatilidad de precios internacionales (Abbott, 2011).

La presente ponencia analiza la Unidad Típica de Producción (UTP) NVCC01, representativa del modelo tecnificado-convencional en Rivera, Huila. El objetivo es determinar si los indicadores de rentabilidad y valor agregado del modelo impulsado por el gobierno local son suficientes para garantizar la sostenibilidad del productor a largo plazo o si representan un umbral de vulnerabilidad ante la alta intensidad de capital requerida, considerando criterios de viabilidad empresarial agrícola (Singerman & Useche, 2016).

Materiales y métodos

Se utilizó la metodología de paneles de productores, técnica derivada de métodos Delphi utilizada para estimar costos e ingresos en unidades representativas de producción (Sagarnaga & Salas, 2014). Se evaluó una UTP de 1 ha con clones de FEDECACAO y riego por gravedad, permitiendo estandarizar información técnico-económica mediante consenso entre productores y expertos sectoriales.

El análisis administrativo se centró en cinco indicadores estratégicos derivados de costos desembolsados, financieros y económicos:
Margen de liquidez (saldo neto de efectivo)**:** capacidad de flujo para el sostenimiento familiar.
Valor agregado (VA)**:** contribución al PIB local y generación de empleo (Mora, 2015).
Relación beneficio-costo económica**:** eficiencia total considerando el costo de oportunidad del capital (Singerman & Useche, 2016).
Estructura de capital de explotación**:** evaluación de barreras de entrada por inversión en activos fijos.
Umbral de resiliencia**:** precio mínimo de supervivencia ante choques de mercado (Abbott, 2011).

Resultados y discusión

El análisis revela una dualidad en el agronegocio cacaotero tecnificado del Huila:

Eficiencia de flujo: La UTP genera un ingreso bruto de $25,800,000 COP/ha y un saldo neto de efectivo de $9,897,000 COP, lo que permite liquidez para el sostenimiento familiar y reinversión productiva, aspecto clave en cadenas agroindustriales competitivas (Chaves, 2018).
Intensidad de capital: La inversión total alcanza $169,523,220 COP, de los cuales el 41% corresponde a infraestructura y establecimiento del cultivo. Esta estructura evidencia una barrera significativa de entrada que limita la expansión de nuevos productores y exige instrumentos financieros adecuados para la consolidación del agronegocio (Singerman & Useche, 2016).
Rentabilidad económica: La relación beneficio-costo económica de 1.13 indica que el sistema genera una rentabilidad positiva del 13% sobre el costo total. No obstante, este margen es moderado y vulnerable frente a fluctuaciones del mercado internacional del cacao (Abbott, 2011).
Impacto territorial: El valor agregado de $11,955,000 COP y la generación de 138 jornales por hectárea evidencian el papel del cacao tecnificado como dinamizador de empleo rural y desarrollo territorial en el departamento del Huila (Mora, 2015; Chaves, 2018)

Conclusiones

El agronegocio del cacao tecnificado en el Huila constituye una alternativa financieramente viable con un punto de cierre bajo ($536 COP/kg), lo que le permite resistir escenarios adversos de mercado (Abbott, 2011). Sin embargo, su sostenibilidad depende de fortalecer la gestión administrativa y financiera del sistema productivo.

Para consolidar la competitividad de la cadena, las políticas públicas deben priorizar instrumentos financieros, reducción de costos de establecimiento y estrategias de captura de valor en postcosecha y comercialización de cacao especial. Estas acciones permitirían incrementar el margen económico y fortalecer el valor agregado territorial del sistema productivo (Mora, 2015; Chaves, 2018).

Literatura citada

Abbott, P. C. (2011). Recent global food price shocks: Causes and consequences. Purdue University.

Chaves, L. F. (2018). Sostenibilidad y competitividad de la cadena de cacao en Colombia. Editorial Agraria.

Mora, J. S. (2015). La importancia del valor agregado en el agronegocio del cacao. Editorial Académica.

Sagarnaga, L. M., & Salas, J. M. (2014). Los paneles de productores como instrumento de colecta de información para la cuantificación de costos de producción. En G. Villa (Ed.), Ingresos y costos de producción 2013. Unidades representativas de producción: trópico húmedo y mesa central – paneles de productores (pp. 49–69). Springer.

Singerman, A., & Useche, P. (2016). Impact of management strategies on agricultural business viability. *Journal of Agribusiness Management*, 12(3), 45–60.

EL SISTEMA PRODUCTIVO DEL AMARANTO (*Amaranthus* spp.) EN SAN MATEO COATEPEC

Diana América Reyna-Izaguirre[1]; Rafael Flores-Cortez[1]; Sergio Roberto Márquez-Beber[1]; Minerva Reyna-Izaguirre[2]
[1]Universidad Autónoma Chapingo - Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Universidad Autónoma Chapingo, 56230
[2]Centro Universitario UAEM Texcoco - Av. Jardín Zumpango S/N, frac. El Tejocote, Texcoco, Estado de México. C.P 56259
* dreynai@chapingo.mx

Introducción

El amaranto (*Amaranthus* spp.) es un cultivo ancestral de gran relevancia histórica, cultural y nutricional en México, cuya producción se remonta a más de 4,000 años atrás, especialmente en civilizaciones prehispánicas como la azteca. México se encuentra entre los principales productores mundiales, con Puebla como el epicentro nacional del amaranto, con una superficie total sembrada de 1,813 hectáreas y una producción destacable de 3,136.24 toneladas, este estado no solo lidera en extensión, sino también en rendimiento y valor económico, seguido de Morelos, Tlaxcala y la Ciudad de México (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2024). El presente proyecto tiene como objetivo analizar los factores que limitan la transformación, procesamiento y comercialización del amaranto en San Mateo Coatepec, Atzitzihuacan, a través de la identificación de sus actores: productores, procesadores y comercializadores y su relación con el entorno. Con lo que se busca promover su incorporación en la industria agroalimentaria, mejorar la economía local y contribuir al desarrollo sostenible y nutricional de las poblaciones productoras.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la localidad de San Mateo Coatepec, donde el nombre "Coatepec" es de origen náhuatl y se traduce como "cerro de las serpientes", o "en el cerro de las serpientes", situada en el municipio de Atzitzihucán, en el estado de Puebla. La metodología empleada fue mixta, en este estudio, la recolección de información se basó en la observación y en el trabajo de campo donde los sujetos de estudio, fueron productores agrícolas. Se diseñó un tipo de encuesta semiestructurada para los productores. El tipo de muestreo que se utilizo fue por conveniencia. El total de encuestas aplicadas a productores fueron 60 (55 hombres y 5 mujeres), en los meses de julio y agosto de 2025. Los cuales representan un 31.5% de los productores en la población de estudio. La encuesta aplicada incluyó preguntas cerradas y abiertas. Con las preguntas cerradas se obtuvieron datos que se resumieron en porcentajes, mientras que las respuestas abiertas se revisaron y agruparon en temas comunes para conocer mejor las opiniones y experiencias de los productores, los cuales fueron capturados en una base de datos y analizados con estadística descriptiva.

Resultados y Discusión

Los hallazgos de esta investigación muestran que los productores de San Mateo Coatepec enfrentan desafíos importantes, pero al mismo tiempo han logrado adaptarse y mantener una producción estable de amaranto. De acuerdo a la encuesta realizada a los productores la mayoría (85%) cuenta únicamente con educación básica, lo que limita su acceso a información técnica y administrativa; sin embargo, gracias a sus conocimientos tradicionales, al acompañamiento de las escuelas de campo y a la asesoría de ingenieros locales, han podido implementar prácticas

que permiten obtener mejores rendimientos. De acuerdo a los datos recabados durante la fase de campo mediante encuestas a los productores de la comunidad se obtuvo un rendimiento que está en un rango de 2.2 - 2.5 t/ha, cual se comparó con el rendimiento promedio del estado de Puebla que es de 1.73 t/ha (SADER, 2024)

Un hallazgo destacado es que la mayoría de los productores vende el amaranto en grano, mientras solo un 16.6% realiza algún tipo de transformación, principalmente reventado. Este proceso, apoyado por una reventadora proporcionada por el gobierno y operada por un grupo de cinco mujeres. Además, una familia ha encontrado oportunidades para transformar el amaranto en productos con valor agregado, como barras energéticas, aunque los altos costos de maquinaria limitan su expansión. En cuanto a la comercialización, el grano se vende en su totalidad a intermediarios que luego lo comercializan a agroindustrias fuera de la comunidad. El precio varía mucho debido a que todo es directamente al intermediario, sin embargo, oscila de entre $20-30 por kg. Esta dinámica coloca a los productores en desventaja, ya que dependen de precios impuestos por terceros y carecen de canales directos de venta.

Los resultados muestran que, aunque los productores de San Mateo Coatepec han alcanzado mayores rendimientos (2.2 - 2.5 t/ha) y muestran interés creciente por la agroecología y la transformación de productos, los principales desafíos se concentran en carencia de esquemas organizativos sólidos y dependen en gran medida de intermediarios para la comercialización, lo que coincide con lo reportado en el Estado de México (De la Cruz-Carrillo et al., 2025), donde el 92% de los productores busca canales de venta de forma individual y los precios del grano son impuestos por recolectores y de agroindustrias locales, formando una de las principales limitantes para la competitividad del amaranto en México.

Conclusiones

El sistema productivo del amaranto en San Mateo Coatepec se distingue por registrar un rendimiento promedio por hectárea superior al promedio estatal de Puebla. Este desempeño se explica por la combinación de prácticas tradicionales con asesoría técnica, lo que ha permitido a los productores enfrentar de manera más efectiva los desafíos asociados a las condiciones ambientales, la incidencia de plagas y la volatilidad de los precios de mercado. No obstante, los resultados también muestran que la escasa transformación del grano y la dependencia de intermediarios para su comercialización limitan la competitividad del sistema y reducen los ingresos de las familias productoras.

Literatura Citada

De la Cruz-Carrillo, D. J., Ayala-Garay, A. V., Reyna-Izaguirre, D. A., & Márquez-Berber, S. R. (2025). Análisis de la cadena de valor de amaranto en el Estado de México. Agricultura Sociedad y Desarrollo, 22, 456–475. https://doi.org/https://doi.org/10.22231/asyd.v22i4.1677

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2024). Puebla: El gigante del amaranto en México. Blog. https://www.gob.mx/agricultura%7Cpuebla/articulos/puebla-el-gigante-del-amaranto-en-mexico

PREVALENCIA DE CONSUMO DE ALCOHOL EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Vanessa García-González[1]*; Mafaldo Maza-Dueñas[2]
[1] Departamento de Sociología Rural. [2]Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo
* vgarciag@chapingo.mx

Introducción

El propósito de este trabajo es presentar resultados preliminares de carácter descriptivo de la primera colecta de datos de un estudio longitudinal cuyo propósito es vigilar por un periodo de 5 años factores de riesgo asociados a enfermedades no transmisibles (ENT) en una muestra de estudiantes universitarios del área de ciencias agronómicas. Los factores de riesgo incluidos en el presente estudio son: consumo de alcohol, consumo de tabaco, niveles de actividad física, salud mental, salud sexual, violencia y lesiones, en el presente trabajo nos enfocaremos en las estadísticas descriptivas referentes al consumo de alcohol.

Materiales y métodos

En mayo del 2024 se realizó el primer levantamiento de datos, se encuestaron a alumnos de 1er año de una universidad ubicada en el centro de México, el cuestionario se basó en los instrumentos STEPs diseñados por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2024) para vigilar factores de riesgo de enfermedades crónico-degenerativas. Según los datos proporcionados por las autoridades de institución superior donde se realizó el levantamiento de la encuesta, para mayo de 2024 había un total de 1014 alumnos inscritos en 1er año, de los cuales 890 participaron contestando la encuesta, lo que representó un 87.8 % de participación. El cuestionario fue aplicado a papel y lápiz para aumentar la confianza de los estudiantes en el levantamiento y evitar posibles suspicacias en cuanto al resguardo del anonimato y la confidencialidad de los y las participantes. Previo al levantamiento de la encuesta, el protocolo de investigación se sometió a revisión ante las autoridades universitarias correspondientes, después de haber sido aprobado se invitó a participar de manera voluntaria a los y las estudiantes inscritos en primer año, solo se aplicó la encuesta a quienes accedieron a dar su consentimiento informado por escrito. Para el análisis de los datos recabados se siguieron los protocolos estandarizados de STEPS. Después de aplicar los protocolos de limpieza de los datos se obtuvieron 680 cuestionarios válidos. Los datos fueron analizados utilizando la paquetería de software de análisis estadístico SPSS.

Resultados y discusión

Los resultados muestran que en los 12 meses previos a que se contestara la encuesta cerca del 45 % de los y las estudiantes participantes en el estudio consumieron al menos una bebida alcohólica estándar (BAS) al mes, mientras que cerca del 32 % tomaron al menos una BAS entre uno y tres días al mes, de resaltar que cerca del 13 % reportó ingerir al menos 1 BAS uno o dos días a la semana. Estos resultados concuerdan con los hallazgos reportados por Rivera-Rivera (2021) y colegas, quienes reportaron que el patrón de consumo excesivo de alcohol en México es prevalente; los principales factores asociados fueron ser hombre (OR=3.66; IC 95 %: 3.22, 4.12), tener entre 20 y 29 años (OR=3.65; IC 95 %: 2.89, 4.63), ir a trabajar durante la pandemia (OR=1.56; IC 95 %: 1.33, 1.81) y tener dos o más hijos en edad escolar en casa (OR=1.20; IC 95 %: 1.03, 1.39).

Frecuencia de consumo de una bebida alcohólica estándar en los últimos 12 meses

	Frequency	Percent	Valid Percent
Diario	2	0.30	0.32
5-6 días a la semana	8	1.19	1.29
3-4 días a la semana	20	2.99	3.23
1-2 días a la semana	79	11.79	12.76
1-3 días al mes	196	29.25	31.66
Menos de una vez al mes	279	41.64	45.07
Nunca	35	5.22	5.65
NA's	51	7.61	NA
Total	670	100.00	100.00

Conclusiones

Los hallazgos sugieren que existe una prevalencia relativamente alta de consumo de alcohol entre los y las estudiantes de la institución superior donde se llevó a cabo el estudio, por lo que se sugiere la implementación de políticas universitarias que se orienten a disminuir el consumo de alcohol entre sus estudiantes.

Literatura citada

Ruiz-Juan F, Isorna-Folgar M, Vaquero-Cristóbal R, Ruiz-Risueño J. (2016). Consumo de alcohol en adultos de Monterrey: relación con actividad físico- deportiva y familia. *Nutr Hosp*. (33) 351-358

Rivera-Rivera L, Natera-Rey G, Séris-Martínez M, Leyva-López A, Zavala- Arciniega L, Ortega-Ceballos PA, Reynales-Shigematsu LM. (2021). Encodat 2016: violencia de pareja y uso de tabaco, alcohol y drogas. Nuevos retos para la salud mental. Salud Publica Mex. (63) 630-640. https://doi.org/10.21149/12288

WHO (2024). Standar STEPS instrument. Noncommunicable Disease Surveillance, Monitoring and Reporting. https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/surveillance/systems-tools/steps/instrument

EXPANSIÓN DE LA AGRICULTURA BAJO INVERNADERO Y PRESIONES SOCIOAMBIENTALES EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

Conrado Márquez-Rosano[1*]; Brígido Vasquez-Maldonado[2]; Héctor Mauricio Zanabria Vázquez[3]
[1]Posgrado en Ciencias en Desarrollo Rural Regional (PCDRR), [2]Egresado del DCDRR,
[3]Egresado de la MCDRR. Universidad Autónoma Chapingo.
Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, México
* cmarquezr@chapingo.mx

Introducción

Durante el último par de décadas, la agricultura en México ha experimentado transformaciones estructurales asociadas a la intensificación productiva, la tecnificación de los sistemas agrícolas y su creciente articulación con los mercados nacionales e internacionales (Meraz, 2023; Rosales-Soto et al., 2020). Un rasgo central de este proceso ha sido la expansión de la agricultura bajo invernadero, particularmente para la producción de cultivos hortícolas de alto valor comercial como jitomate, chile verde, pepino, berenjena, entre otras (López et al., 2011).

Si bien este modelo productivo ha sido promovido como una estrategia para incrementar la productividad y los ingresos rurales, diversos estudios han documentado que la horticultura intensiva se caracteriza por una elevada demanda de agua y una fuerte dependencia de insumos externos, especialmente fertilizantes y plaguicidas sintéticos (Schoor et al., 2024). Estas dinámicas generan presiones significativas sobre los recursos naturales y plantean riesgos socioambientales relevantes, teniendo impactos negativos en la salud, soberanía alimentaria, la desertificación de suelos, contaminación del aire, entre otros (Chalán, 2019).

En este contexto, el presente estudio analiza la expansión espacio-temporal de la agricultura bajo invernadero en los municipios de Aquixtla, Chignahuapan, Tetela de Ocampo y Zacatlán del estado de Puebla entre 2003 y 2025, discutiendo las posibles implicaciones socioambientales de dicha expansión en la región, considerando los riesgos de déficit hídrico y sequía por el cambio climático, como ocurrió en los años de 2023 y 2024.

Materiales y métodos

Para el estudio del incremento de la superficie de cultivo en invernadero (principalmente de jitomate), se analizaron las imágenes de satélite Landsat para ubicar los polígonos de las áreas de invernadero para los años de 2003, 2014 y 2025, y se cruzó con la información estadística municipal disponible en la plataforma de del SIAP (SADER) sobre la superficie de cultivos bajo invernadero, donde solo hubo registros para la producción de jitomate, para los años 2003 y 2014, pues aún no se tenían reportes del año 2025.

Resultados y discusión

Como se observa en el Cuadro 1, en las últimas dos décadas se ha expandido de manera notable la superficie cultivada bajo invernadero, pasando de 8.74 hectáreas en 2003 a 895.37 en 2025. La superficie aumentó más de 100 veces en poco más de 20 años, lo que muestra la rentabilidad de este sistema de producción. Los dos municipios con mayor superficie son Aquixtla y Chignahuapan, que abarcan el 63% de la superficie observada de invernaderos en las imágenes de 2025.

Cuadro 1. Superficie de los invernaderos por imágenes de satélite Landsat

Municipio	Año 2003	Año 2014	Año 2025
Aquixtla	2.44	92.02	287.07
Chignahuapan	1.19	80.59	279.27
Tetela de Ocampo	3.95	57.19	178.62
Zacatlán	1.15	10	150.41
Total	8.74	239.79	895.37

Por otra parte, la superficie registrada en las estadísticas del SIAP, subestiman la superficie cultivada en invernaderos, pues en 2014 solo contabilizaron el 57% de la superficie observada en las imágenes de satélite.

Cuadro 2. Superficie de los invernaderos en registros del SIAP

Municipio	Año 2003	Año 2014
Aquixtla	0.00	72.00
Chignahuapan	0.00	25.87
Tetela de Ocampo	0.00	28.80
Zacatlán	0.00	10.00
Total	0.00	136.67

Esta expansión, frente a los escenarios de cambio climático y mayores riesgos de sequía, tiene implicaciones socioambientales en la disputa por el agua por la mayor demanda de esta para el cultivo en invernaderos, así como la concentración del uso de agroquímicos en zonas próximas a los poblados que contaminan el agua y el suelo con riesgos para la salud.

Conclusiones

Se observa una expansión acelerada del cultivo bajo invernadero, que puede verse como un gran éxito productivo y de tecnificación a una agricultura más rentable, sin embargo, ante escenarios de mayores riesgos de sequía se anticipan problemas socioambientales por la disputa por el agua y su contaminación. Lo cual se plantea analizar en estudios posteriores.

Literatura citada.

Chalán, J. M. (2019). Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6634

López, P. J., Montoya, R. B., Brindis, R. C., Sánchez, M. M. A. L., Cruz, C. E., & Morales, R. B. (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente*, 3(8), 21–27. http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/4.pdf

Meraz Ruiz, L. (2023). Costo-beneficio de un sistema de cultivo protegido de tomate en San Quintín. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(5), 109–119. https://doi.org/10.29312/remexca.v14i5.3063

Rosales-Soto, A., Arechavala-Vargas, R., & Jaen-Jimenez, B. (2020). Ecosistema de datos agrícolas: sector hortícola mexicano. Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 14. https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1897/1750

Schoor, M., Arenas-Salazar, A. P., Parra-Pacheco, B., García-Trejo, J. F., Torres-Pacheco, I., Guevara-González, R. G., & Rico-García, E. (2024). Horticultural Irrigation Systems and Aquacultural Water Usage: A Perspective for the Use of Aquaponics to Generate a Sustainable Water Footprint. *Agriculture*, 14(6), 925. https://doi.org/10.3390/agriculture14060925

PERCEPCIÓN DE PROBLEMAS EN MICRO, PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESASAS (MIPYMES) DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Aldo Espejel-Almeraya[1*]; Jorge Aguilar-Ávila[1]; Edgar Iván García-Sánchez[2]; Leticia Miryam Sagarnaga-Villegas[1]; Ariadna Isabel Barrera-Rodríguez[3]

[1]Centro Académico y de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) – Universidad Autónoma Chapingo (UACh). [2]Universidad Autónoma de Tlaxcala. [3]Departamento de Preparatoria Agrícola UACh.
* aldo.espejel@ciestaam.edu.mx

Introducción

El sector económico en México presenta una notable diversificación, reflejada en la coexistencia de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) en actividades como manufactura, servicios, comercio, agroalimentario, entre otras. En particular, las MiPymes agroalimentarias constituyen una fuente relevante de empleo y desarrollo económico, al contribuir aproximadamente el 6% del PIB nacional (Vázquez-Maguirre, 2019). No obstante, estas empresas enfrentan diversos retos que afectan su capacidad de desarrollo, permanencia y expansión en el mercado (Mendoza, 2023; Benítez, 2012). En este contexto, el objetivo de la investigación fue analizar la percepción de problemas por parte de los directivos de las empresas para la identificación de las principales limitantes empresariales para permanecer en el mercado.

Materiales y métodos

La zona de estudio comprendió los estados de Hidalgo y Tlaxcala. Mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, se seleccionaron 27 empresas agroalimentarias, dedicadas a la producción, transformación y comercialización. Para la recolección de datos se aplicaron entrevistas semiestructuradas a los directivos de cada empresa, lo que permitió obtener información sobre su estructura organizativa, desempeño operativo y principales limitantes. Con base en estos datos, las empresas fueron clasificadas según su nivel de consolidación utilizando el método de clúster jerárquico, lo que permitió identificar grupos con características similares y analizar, en cada caso, los factores asociados a su permanencia en el mercado. Adicionalmente, se analizó la percepción de problemas empresariales a partir de 13 limitantes identificadas en las entrevistas, las cuales fueron sistematizadas y agrupadas en cuatro categorías analíticas: económica, productiva, comercial e institucional. Esta clasificación permitió examinar las diferencias en la naturaleza de los problemas según el nivel de desarrollo empresarial.

Resultados

A partir de una clasificación de empresas y como se puede ver en la Figura 1, las empresas clasificadas como consolidadas son las que perciben mayores problemas en la categoría institucional, siendo los trámites gubernamentales y el desarrollo de alianzas estratégicas con instituciones, empresas o gobierno lo que genera un limitante para seguir su expansión, así mismo, la inseguridad ha sido una cuestión que ha llevado a las empresas a reducir su participación en los mercados. A diferencia del primer tipo de empresas, las que están en desarrollo perciben que la categoría económica se vuelve una barrera operacional debido a la falta de recursos, y esto genera una dificultad para su crecimiento en el mercado. Por último, las

empresas en riesgo de cierre señalan la baja productividad como su principal problemática, asociada a las limitaciones para comercializar adecuadamente su producción en el mercado.

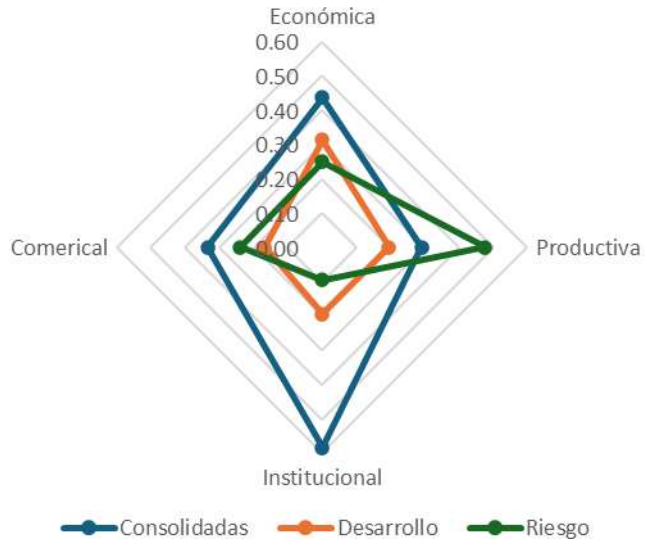


Figura. 1 Percepción de la categoría de problemas respecto a tipo de empresa.

En cuanto a la categoría comercial, esta se encuentra presente en todas las clasificaciones; sin embargo, la competencia desleal entre empresas emerge como el principal factor que obstaculiza el desarrollo empresarial, al limitar su participación en el mercado. No obstante, esta restricción ha sido capitalizada por algunas empresas, que han optado por explorar nichos específicos, transformando la problemática en una oportunidad estratégica.

Conclusiones

Las empresas en desarrollo presentan restricciones predominantemente económicas, particularmente en capital de trabajo y acceso a crédito, lo que limita su capacidad de crecimiento sostenido. En contraste, las empresas en riesgo de cierre concentran sus problemas en la dimensión productiva, asociados a la calidad de insumos y la insuficiente infraestructura, lo cual compromete su competitividad y permanencia en el mercado.

Estos hallazgos sugieren que las estrategias de fortalecimiento deben ser diferenciadas según el estadio empresarial, ya que no todas las empresas requieren el mismo tipo de intervención: mientras algunas necesitan mejorar su base productiva, otras requieren entornos regulatorios más eficientes o mejores mecanismos de financiamiento. En términos de política pública, se evidencia la necesidad de esquemas integrales que combinen financiamiento accesible, simplificación administrativa y fortalecimiento de capacidades productivas, promoviendo además alianzas estratégicas que permitan consolidar la permanencia en el mercado.

Literatura citada

Benitez, M. (2012). Evolución del concepto de competitividad. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, *3*(8), 75–82.

Mendoza, L. H. (2023). La importancia de las MIPYME en la economía de México. UNAM Global.

Vázquez-Maguirre, J. (2019). Capacidades Gerenciales y su Impacto en el Desarrollo de MiPymes en México. *Análisis Económico*, *2*, 116–136.

OSCILACIONES Y RIESGOS DE LOS CULTIVOS BÁSICOS EN MÉXICO

Adrián González-Estrada[1*]; Dora Eloísa Domínguez-López[2]
[1]Programa Nacional de Economía, CEVAMEX, INIFAP, Texcoco, Estado de México. [2]Posgrado DICEA, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
* gonzalez.adrian@inifap.gob.mx

Introducción

La volatilidad de la producción de los cultivos básicos, causada tanto por factores económicos como ambientales, tiene costos significativos y, en los eventos extremos, puede significar pérdidas considerables. Esta investigación tuvo como objetivos: a) identificar y cuantificar las fluctuaciones de la producción de los cultivos básicos de México, durante el periodo 1993-2022, mediante modelos econométricos de series de tiempo no estacionarias y b) estudiar los riesgos asociados.

Materiales y métodos

La extracción de los componentes cíclicos y de crecimiento se realizó mediante el método Hodrick y Prescott (1997), el cual descompone una serie de tiempo en dos partes: a) la tendencia secular o de crecimiento g_t y b) el componente cíclico c_t. Así: $y_t = g_t + c_t,\ para\ t = 1, \dots, T$, donde la serie temporal original es y_t. El correspondiente problema de programación matemática no lineal, expresado a través de la función de Lagrange, es:

$$\underset{g_t}{\text{Min}} \left\{ \sum_{t=1}^{T} (c_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^{T} [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\}, \qquad s.a: \quad y_t = g_t + c_t$$

De acuerdo con Hodrick y Prescott (1997), si el componente cíclico y la segunda diferencia de la tendencia fueran variables independientemente distribuidas, normales, con media cero y varianzas: $\sigma_1^2\ y\ \sigma_2^2$, respectivamente, entonces: $\lambda = (\sigma_1^2/\sigma_2^2)$. Puesto que las series investigadas son anuales, se usó el parámetro $\lambda = 100$ en el paquete *Eviews*.

Se aplicó el método Harding y Pagan para determinar los ciclos económicos del PIB agrícola y del valor de producción de los cultivos básicos en México, durante el periodo 1993-2022 (INEGI, 2022). Prescott (1998) destaca la importancia de analizar los comovimientos respecto al PIB y su tendencia, lo cual permite identificar la volatilidad y los cambios de fase en el ciclo. La volatilidad de una variable y_t, es la desviación estándar de su componente cíclico, respecto a su tendencia secular (Almendra-Arao y González-Estrada, 2008). Se aplicaron pruebas de raíz unitaria para determinar la estacionariedad de las series. La prueba de Breusch-Godfrey detecta la presencia de autocorrelación en los residuos de un modelo de regresión AR(p) o de un ARMA (p,q).

Resultados y discusión

El valor de producción de los cultivos básicos (VPCB) y el PIB agrícola son más volátiles que el PIB total y tienen tendencia positiva a largo plazo. Las fluctuaciones de cada uno de los cultivos básicos no son uniformes. Las fluctuaciones del valor de producción de los cultivos básicos son irregulares, tienen distinta magnitud, amplitud y longitud, pero no son periódicas ni simétricas; tienen duraciones medias de 7.6 y 7.66 años. Con base en González-Estrada y Almendra-Arao (2007), se obtuvieron la tendencia secular fluctuante y el componente cíclico de cada serie, durante el periodo de 1993-2022:

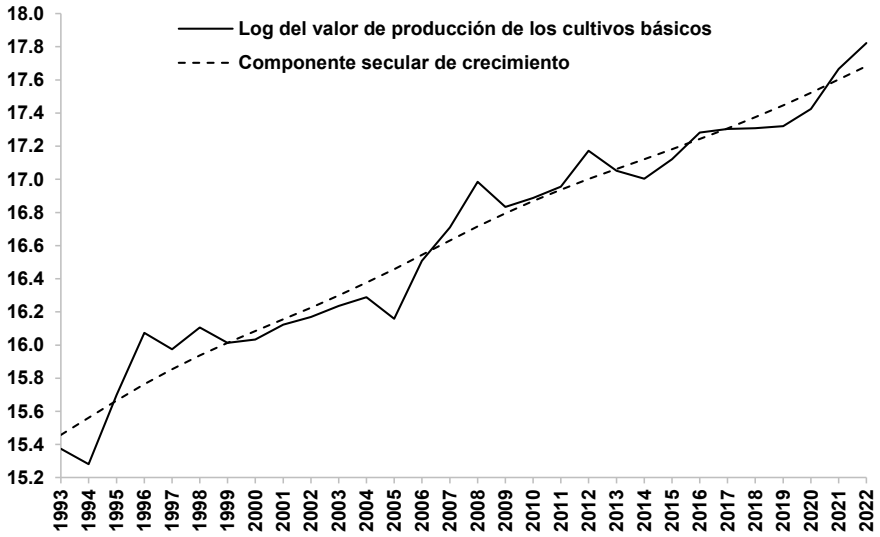


Figura 1. VPCB y su componente de crecimiento

La volatilidad del valor de los cultivos básicos es (0.1335), cuatro veces mayor que la del PIB agrícola, por lo que esos cultivos son más riesgosos. Las series son estacionarias a distintos niveles de confianza y son variables integradas de orden $I(0)$, excepto la del trigo $I(1)$. El vector de cointegración de los ciclos del PIB de la economía y del PIB agrícola es: (1,0.35757) y la ecuación de cointegración es: *Ciclo del PIB = 0.35757xCiclo PIB agrícola*. Con la prueba Breusch-Godfrey de contrastes: $(n-p)R^2 > x_p^2(\propto)$, se concluyó que no hay autocorrelación serial entre el PIB agrícola y los cultivos básicos, ni entre estos últimos.

Conclusiones

Los costos asociados al riesgo de los cultivos básicos son considerablemente mayores que los del PIB agrícola. El frijol y el arroz muestran mayor volatilidad que el maíz y el trigo, debido a que están relativamente más influenciados por las políticas agrícolas, el comercio exterior y las condiciones climáticas. Las pruebas de estacionariedad y cointegración confirman que no existe entre los cultivos básicos una relación a largo plazo. Se deben diseñar políticas de cobertura diferenciadas, con el fin de contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico del país.

Literatura citada

Almendra-Arao, G. y González-Estrada, A. 2008. Los ciclos económicos de México y sus regularidades empíricas. *Agrociencia*. 42(3): 3-299.

González-Estrada, A. y Almendra-Arao, G. 2007. Nuevo método para la identificación de los ciclos económicos. *Investigación Económica*. 261(66):13-33.

Hodrick, R.J., and Prescott, E.C. 1997. Postwar U.S. Business cycles: an empirical investigation. Journal of Money, Credit and Banking. 29(1):1–16.

INEGI. 2022. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. Economía y Sectores Productivos. https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#tabulados.

Prescott, E.C. 1998. Business cycle research: methods and problems. Working paper No. 590. Federal Reserve Bank of Minneapolis. Minneapolis, MN.

ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA DE LOS CULTIVOS BÁSICOS DE MÉXICO

Adrián González-Estrada[1*] y Dora Eloísa Domínguez-López[2]

[1]Programa Nacional de Economía, CEVAMEX, INIFAP, Texcoco, Estado de México. [2]Posgrado DICEA, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
* gonzalez.adrian@inifap.gob.mx

Introducción

Los cultivos básicos en México —maíz, frijol, trigo y arroz— son fundamentales para la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola, pero enfrentan volatilidad de precios, cambios demográficos y climáticos que afectan su producción y consumo. La oferta y la demanda de esas mercancías dependen de los precios, el ingreso y las condiciones ambientales. El objetivo de esta investigación fue aplicar el análisis estadístico de cointegración durante 1993–2022, para identificar equilibrios de largo plazo y mecanismos de ajuste.

Materiales y métodos

Se utilizaron series anuales correspondientes al periodo 1993–2022. La información fue obtenida del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Banco Mundial, FAOSTAT y CONAGUA. Se construyó un índice agregado del valor de producción de los cultivos básicos, empleando precios normalizados.

En el modelo de oferta, la variable dependiente fue el valor de producción agrícola de los cultivos básicos (VPACB), explicado por el precio medio rural del cultivo (PMR), el precio del cultivo sustituto (PRS) y la temperatura media anual (TEMP). En el modelo de demanda, el VPACB fue explicado por el PMR, el PRS, el ingreso per cápita (GDP) y la población total (POB). Todas las variables fueron transformadas en logaritmos, lo que permite interpretar los coeficientes como elasticidades.

La estacionariedad de las series fue evaluada mediante las pruebas Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y Phillips-Perron (PP). Al confirmarse que las series son integradas de orden I(1), se aplicó la prueba de cointegración de Johansen para identificar el número de vectores cointegrantes. Posteriormente, los sistemas de vectores auto regresivos (VAR) fueron reparametrizados como modelos vectoriales de corrección de errores (VECM), lo que permitió estimar simultáneamente las relaciones de largo plazo y los mecanismos de ajuste de corto plazo. La selección de rezagos se realizó mediante criterios de información (AIC, BIC y HQ). El análisis econométrico se efectuó con el paquete *EViews*.

Resultados y discusión

De acuerdo con las pruebas de raíz unitaria, las series de tiempo estudiadas son integradas de orden I(1), lo que permitió aplicar el método de cointegración. La prueba de Johansen evidenció la existencia de al menos un vector cointegrante en los modelos de oferta y demanda, lo cual muestra que existen relaciones estructurales de largo plazo entre las variables económicas y climáticas.

En el modelo de oferta, la temperatura mostró un efecto negativo y significativo sobre el valor de producción, mientras que el precio del cultivo sustituto presentó el signo esperado, consistente con la teoría económica. En el modelo de demanda, el ingreso *per cápita* registró una elasticidad positiva y significativa; el precio propio mostró efecto negativo y la población reflejó ajustes asociados a transformaciones estructurales del consumo.

Los términos de corrección de errores fueron negativos y estadísticamente significativos en ambos modelos, evidencia de convergencia hacia el equilibrio de largo plazo ante desviaciones temporales. Los resultados muestran la existencia de interdependencias estructurales persistentes y sensibilidad ante choques climáticos y económicos.

Con respecto a la política agrícola, los hallazgos respaldan la necesidad de fortalecer los instrumentos de gestión de riesgos y las estrategias de adaptación al cambio climático.

Cuadro 1. Resultados significativos del modelo de cointegración, 1993–2022.

Modelo	Variable de largo plazo	Signo	Significancia $p < 0.05$	Interpretación estructural
Oferta	Temperatura	(–)	-10.229	Impacto climático negativo sobre producción
Oferta	Precio sustituto	(+/–)*	0.355	Reasignación productiva ante precios relativos
Demanda	Ingreso per cápita	(+)	0.646	Bien normal
Demanda	Precio propio	(–)	-0.589	Ley de la demanda
Oferta y Demanda	Término de corrección de error	(–)	13.067	Ajuste hacia equilibrio de largo plazo

* Signo consistente con teoría económica según el cultivo analizado.

Los resultados obtenidos son útiles para una eficiente gestión de riesgos y para el diseño de políticas orientadas a fortalecer la resiliencia productiva, la seguridad y la sostenibilidad del sistema agroalimentario nacional.

Conclusiones

El estudio demuestra la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre la oferta y la demanda de los cultivos básicos en México. La cointegración identificada confirma que las fluctuaciones observadas no son meramente coyunturales, sino que forman parte de un sistema dinámico con mecanismos de ajuste estructural.

Literatura citada

Engle, R.F., y Granger, C.W.J. 1987. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econométrica* 55: 251–276.

Johansen, S. 1995. Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive models. Oxford University Press.

Johansen, S., y Juselius, K. 1990. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 52(2): 169–210.

Nicholson, W., y Snyder, C. 2015. Teoría Microeconómica. Cengage Learning. New York.

Tomek, W. G., y Kaiser, H. M. (2014). Agricultural product prices (5th ed.). Cornell University Press. Ithaca, NY.

PLANTAS MEDICINALES COMO INFRAESTRUCTURA BIOCULTURAL DEL SISTEMA DE CUIDADOS EN IXTENCO, TLAXCALA

Ameyali Hernández-Hernández[1]*; Felipe Reyes-Fuentes[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México.
* ameyalihdez@yahoo.com.mx

Introducción

En Ixtenco, Tlaxcala, las plantas medicinales constituyen un componente central de los cuidados comunitarios y de la reproducción cotidiana de la vida. En el contexto pos-COVID-19, la relevancia de esta flora curativa aumentó debido a: a) la fragilidad de la respuesta sanitaria institucional, b) a la intensificación de vulnerabilidades socioecológicas y c) a la necesidad de activar repertorios locales de atención, acompañamiento y prevención. Desde la literatura sobre cuidados, sostenibilidad de la vida y feminismo comunitario, estas prácticas pueden analizarse como infraestructuras territoriales del cuidado, es decir, como entramados materiales, simbólicos y relacionales que sostienen la vida más allá del ámbito doméstico (CEPAL, 2020; Paredes, 2013). Bajo este enfoque, el objetivo del estudio fue analizar el papel de las plantas medicinales como infraestructura biocultural del sistema de cuidados en Ixtenco, considerando su función terapéutica, alimentaria, pedagógica, simbólica y territorial. El trabajo se inscribe en una perspectiva de salud comunitaria (Gofin y Gofin, 2012) articulada al territorio-cuerpo-tierra (Cabnal, 2010), donde el bienestar no se restringe al tratamiento de padecimientos individuales, sino que se relaciona con la salud del suelo, el agua, la milpa, la biodiversidad y las redes de reciprocidad. Este marco permitió interpretar las prácticas herbolarias no como remanentes culturales, sino como estrategias activas de organización del cuidado en un territorio en disputa (Composto y Navarro, 2014; Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

Materiales y métodos

Se realizó una investigación cualitativa con enfoque participativo en la comunidad de Ixtenco. El trabajo empírico se desarrolló en el 2025 mediante talleres con colectivos locales, estudiantes de bachillerato y campesinas), orientados a identificar problemas de salud, vulnerabilidades socioecológicas y prácticas locales de cuidado. Los talleres permitieron construir una línea base de salud comunitaria y una matriz de puntos críticos, integrando categorías como suelo, agua, alimentación, enfermedades crónicas, conocimientos locales y trabajo de cuidados. De manera complementaria, se implementó una estrategia de sistematización de experiencias (Jara-Holliday, 2020), para reconstruir y analizar los usos de plantas medicinales en el sistema de cuidados de base en Ixtenco, particularmente en la atención materno-infantil, el autocuidado cotidiano y el acompañamiento familiar. Esta decisión metodológica se sustentó en que la sistematización no se limita al ordenamiento descriptivo de información, sino que implica una interpretación crítica de los procesos vividos, sus factores intervinientes y sus relaciones, con fines de aprendizaje y teorización situada. En esta dinámica, se registraron especies medicinales empleadas, formas de preparación y usos terapéuticos, integrando dimensiones prácticas y simbólicas de cuidados. El análisis se realizó mediante codificación temática, con categorías derivadas de salud comunitaria, sistema de cuidados, memoria biocultural y territorio-cuerpo-tierra. Este procedimiento cualitativo permitió identificar, organizar e interpretar patrones de sentido en los datos, es decir, vinculó el nivel de las prácticas concretas con el nivel de la organización social y ecológica que las hace posibles (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

Resultados y discusión

Los resultados mostraron que las plantas medicinales operan como infraestructura biocultural del sistema de cuidados en Ixtenco en al menos cuatro dimensiones articuladas. Primero, cumplen una función terapéutica directa, ya que sostienen prácticas de atención y recuperación corporal mediante preparaciones herbolarias para malestares comunes y para etapas específicas de la

vida de las personas. Segundo, cumplen una función relacional, porque su eficacia social depende de redes de acompañamiento: quién sabe identificar la planta, quién la recolecta, quién prepara el remedio y quién acompaña su uso. Tercero, tienen una función pedagógica, al activar procesos de transmisión intergeneracional de saberes y aprendizajes situados sobre el cuerpo, la salud y el territorio. Cuarto, expresan una función territorial, porque la disponibilidad de plantas está ligada al estado del agroecosistema, la presencia de cobertura vegetal y la conservación de espacios de manejo comunitario. En el caso del sistema de cuidados base en Ixtenco relativo a la atención materno-infantil, se documentaron usos de plantas medicinales en trabajo de parto, posparto y lactancia, integrados con alimentación tradicional y prácticas de temazcal. Esta articulación mostró que el cuidado comunitario se organiza como un continuo entre cuerpo, alimentación y territorio, y no como acciones aisladas. Asimismo, los talleres evidenciaron que las vulnerabilidades socioecológicas (deterioro del suelo, pérdida de biodiversidad, cambios en la dieta debido a la integración de alimentos hiperprocesados y dependencia de insumos externos en la producción de alimentos) impactan de manera directa la capacidad comunitaria de sostener estos cuidados. Por ello, los hallazgos dialogan con la literatura sobre memoria biocultural y sostenibilidad de la vida, al mostrar que el cuidado herbolario depende tanto del conocimiento local como de la continuidad ecológica del territorio (CEPAL, 2020; Paredes, 2013; Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

Conclusiones

Las plantas medicinales constituyen una infraestructura biocultural del sistema de cuidados en Ixtenco, porque articulan funciones terapéuticas, alimentarias, simbólicas, pedagógicas y relacionales en escalas múltiples: cuerpo, hogar, comunidad y territorio. Su importancia en el escenario pos-COVID-19 radica en que fortalecen capacidades comunitarias de respuesta y prevención frente a crisis sanitarias y socioambientales, al tiempo que sostienen procesos de continuidad biocultural. En términos de incidencia, los resultados respaldan la necesidad de diseñar estrategias de salud comunitaria con enfoque territorial e intercultural que reconozcan los sistemas locales de cuidado y los saberes herbolarios como componentes sustantivos, no complementarios, de la atención rural. Asimismo, sugieren que la conservación de biodiversidad y la defensa del sistema cultural milpa son condiciones estructurales para la vigencia de estas prácticas de cuidado.

Literatura citada

Cabnal, L. (2010). Acercamiento a la construcción de la propuesta de pensamiento epistémico de las mujeres indígenas feministas comunitarias de Abya Yala. En Feminismos diversos: El feminismo comunitario (pp. 10–25). ACSUR-Las Segovias.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). Cuidados en América Latina y el Caribe en tiempos de COVID-19: Hacia sistemas integrales para fortalecer la respuesta y la recuperación. CEPAL.

Composto, C. y Navarro, M. L. (2014). Territorios en disputa: Despojo capitalista, luchas en defensa de los bienes comunes naturales y alternativas emancipatorias para América Latina. Bajo Tierra Ediciones.

Gofin, J. y Gofin, R. (2012). Salud comunitaria global: Principios, métodos y programas en el mundo. Elsevier España.

Jara-Holliday, O. (2020). Guía para la sistematización de experiencias. ALBOAN.

Paredes, J. (2013). Hilando fino desde el feminismo comunitario. Cooperativa El Rebozo, Zapateándole, Lente Flotante, En cortito que's palargo y AliFem.

Toledo, V. M., y Barrera-Bassols, N. (2008). La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria.

RELACIÓN ENTRE EL COSTO DE AGROQUÍMICOS Y PREVALENCIA DE USO DE INGREDIENTES DE ALTA PELIGROSIDAD

David Jerónimo-Gómez[1]*; Johana Vasquez-Procopio[1]; Judith Ruiz-Luna[1]; Raquel Martínez-Martínez[1]

[1]Tecnológico Nacional de México, Campus Valle de Oaxaca (ITVO). Ex hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71233.
* davjg99@gmail.com

Introducción

La rentabilidad y competitividad agrícola en sistemas de temporal enfrenta limitaciones económicas que condicionan la selección de insumos productivos (De Luis Peralta et al., 2025). Aunque el mercado ofrece plaguicidas con menor toxicidad y mayor especificidad biológica, su alto costo limita su uso por parte de los agricultores. En contraste, ingredientes activos (IA) de mayor peligrosidad continúan utilizándose debido a su accesibilidad económica y al margen de utilidad que espera obtener el agricultor por su cosecha. Se planteó la hipótesis de que existe una relación positiva entre el precio y nivel de toxicidad del IA, lo que influye en su prevalencia de uso. El objetivo fue analizar la relación entre costo de agroquímicos y frecuencia de uso de IA clasificados según la NOM-018-STPS-2015 en Valles Centrales de Oaxaca.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en 5 distritos de los Valles Centrales de Oaxaca, México (Centro, Etla, Ocotlán, Tlacolula y Zaachila). Los agricultores fueron identificados y contactados para participar de manera voluntaria. Se aplicó un cuestionario con 59 preguntas para conocer aspectos del manejo y tipo de plaguicidas utilizados en sus labores del campo, capacitaciones recibidas para el uso de estos agroquímicos, identificación del etiquetado, entre otros. Se integró una base de datos adicionando aspectos socioeconómicos. Se realizó una búsqueda de información para identificar los diferentes ingredientes activos (IA) presentes en las marcas utilizadas. Además, se cotizaron precios de diferentes agroquímicos en tiendas locales y precios ofertados en línea. Para el análisis estadístico se utilizó el software R v4.5.2.

Resultados y discusión

Se obtuvo la participación de 52 agricultores, cuyas respuestas abarcaron 42 IA, de los cuales 6 fueron herbicidas, 17 insecticidas, 18 fungicidas y 3 bactericidas. La cotización de los productos se realizó en 4 tiendas de agroinsumos. Al evaluar la relación entre el costo de los ingredientes activos y su categoría toxicológica (Cuadro 1), el coeficiente de correlación de Spearman reveló una correlación positiva y estadísticamente significativa (r= 0.54, p < 0.02) que evidencia que a medida que la toxicidad de los IA pasa de la categoría I (extremadamente tóxico) a V (ligeramente toxico), los precios aumentan respectivamente. Los productos con una baja toxicidad para la salud humana de acuerdo con la NOM-018-STPS-2015 como Imazethapyr, Flupiradifurona, Oxicloruro de cobre, Fluopyram tienen los precios más elevados y, por consecuencia, es más difícil acceder a ellos. Ingredientes con mayor grado de toxicidad como Paraquat o Parathion fueron más empleados a pesar de que son productos peligrosos y con potenciales efectos negativos en la salud. El Glifosato se diferencia al tener una etiqueta verde (ligeramente toxico) y con un bajo precio a comparación de otros productos como Imazethapyr, aunque es preciso recalcar que es un producto controversial por ser presuntamente causante de afectaciones neurológicas y alteraciones metabólicas (Pérez-Vázquez et al., 2024). Los fungicidas reportados por los agricultores tienden mayoritariamente a formulaciones con ingredientes de baja toxicidad y se encuentran dentro de rangos de precio similares. En la escolaridad y el reconocimiento de advertencias en las etiquetas se observó que el 50% de agricultores sin escolaridad o con nivel primaria no reconoce las etiquetas y aplican los productos de acuerdo con su experiencia o con

base en recomendaciones de otros productores. En el caso de los agricultores con escolaridad secundaria y preparatoria, solo el 27.5% no reconoce las advertencias y esto disminuye en niveles universitarios o de posgrado, donde solo el 4.8% no reconoce por completo las advertencias. La falta de acompañamiento en la transición de aprovechamientos intensivos del campo dificulta el control de IA de alta toxicidad, debido a que los agricultores seleccionan el producto según sugerencias y precio, buscando así beneficios económicos que puedan darle rentabilidad y competitividad a los cultivos como lo menciona De Luis Peralta et al. (2025).

Cuadro 1. Listado representativo de agroquímicos por uso y costo

Ingrediente activo (IA)	Nombre comercial	Tipo	Toxicidad (etiqueta)*	Uso (n=52)	Precio (MXN)/L
Glifosato	Faena, Tackle 360	Herbicida	V (Verde)	14	250 - 315
2,4-D	Hierbamina	Herbicida	IV (Azul)	7	145 - 253
Paraquat	Paraquat, Gramoxone	Herbicida	III (Amarilla)	5	150 - 204
Imazethapyr	Pivot 100	Herbicida	V (Verde)	1	1,075
Paratión	Folidol	Insecticida	I (Roja)	9	30 - 70
Cipermetrina	Cipermetrina	Insecticida	III (Amarilla)	6	55 - 320
Flupiradifurona	Sivanto	Insecticida	IV (Azul)	5	723
Mancozeb	Manzate 200	Fungicida	V (Verde)	5	197
Oxicloruro de cobre	Cupravit	Fungicida	V (Verde)	4	272
Abamectina + Tiametoxam	Solvigo	Nematicida	II (Roja)	1	566 - 1,132
Fluopyram	Verango Prime	Nematicida	V (Verde)	1	2,999

*NOM-018-STPS-2015, donde la toxicidad según la etiqueta es I>II>III>IV>V.

Conclusión

Existe una correlación positiva entre el precio y nivel de toxicidad de los ingredientes activos utilizados. El menor costo de productos clasificados como altamente peligrosos favorece su prevalencia de uso, especialmente en agricultores con menor escolaridad.

Literatura citada

De Luis Peralta, A., Vega Valdivia, D. D., Garza Bueno, L. E., & Barrios Puente, G. (2025). Análisis de la política agrícola en México: Rentabilidad, competitividad y autosuficiencia alimentaria en granos básicos. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 22(1), 107–122. https://doi.org/10.22231/asyd.v22i1.1693

Pérez-Vázquez, Arturo, Fernández-Peña, María de Lourdes, Castañeda-Chávez, María del Refugio, & Díaz-Rivera, Pablo. (2024). Glifosato: riesgo o amenaza para la salud humana y la vida silvestre. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 15(5), e3342. Epub 03 de diciembre de 2024.https://doi.org/10.29312/remexca.v15i5.3342

Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS]. (2015). NOM-018-STPS-2015: Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Ciudad de México: STPS.

PRODUCCIÓN DE LECHE DE BÚFALA Y OTROS DERIVADOS: ALTERNATIVA PARA LA DIVERSIFICACIÓN PECUARIA EN VERACRUZ

Scarlett Montsserrat Arroyo-Rocha[1*]; Fernando Cervantes-Escoto[1]; Leticia Myriam Sagarnaga-Villegas[2]

[1]Centro Académico y de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). [2]Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
*scarlettm.arroyo@ciestaam.edu.mx

Introducción

El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) es una especie doméstica de creciente relevancia en los sistemas ganaderos tropicales del mundo, particularmente en Asia, Europa y América Latina. Su rusticidad, eficiencia alimenticia y capacidad de adaptación a ambientes húmedos lo convierten en una alternativa sostenible frente a la ganadería bovina tradicional (Serrapica et al., 2022). En las últimas décadas, el interés por el búfalo ha crecido no solo por su potencial productivo, sino también por los atributos diferentes de sus productos. La carne ofrece menor contenido graso y colesterol con mayor aporte proteico, mientras que la leche, rica en sólidos, es ideal para derivados premium como la mozzarella y el yogur (Guerrero-Legarreta et al., 2020; Serrapica et al., 2022). Por ello, el objetivo de este trabajo fue examinar y estructurar la literatura científica para identificar los ejes temáticos y ventajas comparativas del búfalo de agua, estableciendo las bases teóricas que sustenten un análisis posterior en el estado de Veracruz.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo una revisión sistemática cualitativa de la literatura científica con el propósito de analizar la producción de búfalo desde una perspectiva productiva y económica. La búsqueda documental se efectuó en las bases de datos académicas Scopus, Web of Science y Google Scholar, considerando publicaciones entre 2014 y 2025 mediante combinaciones estructuradas de los términos “Water Buffalo”, “Bubalus bubalis”, “Carabeef”, “Value Chain”, “Business Models”, “Market Differentiation”, “SDG”, “FAO”, “Innovation” y “Research Gaps”, identificando un universo inicial de 52 documentos potenciales. El flujo de selección se estructuró en tres fases rigurosas: primero, la identificación de los 52 registros mencionados; segundo, una depuración mediante un doble filtro de cribado (título y resumen) donde se excluyeron 25 fuentes por ser de carácter estrictamente biológico o sanitario sin implicaciones económicas; y tercero, la inclusión final de 27 documentos clave para el análisis profundo. Para reforzar la solidez del procedimiento, la información se gestionó en Mendeley y se procesó mediante el software VOSviewer para realizar un análisis de co-ocurrencia de términos, permitiendo visualizar la densidad y relación de los conceptos clave de forma objetiva. Finalmente, los hallazgos se sometieron a un proceso de categorización conceptual para organizar la información en tres ejes estratégicos interrelacionados, lo que permitió identificar tendencias recurrentes y brechas estructurales para evaluar la viabilidad del sistema bufalino.

Resultados y discusión

Un análisis estructurado por ejes metodológicos, permitió comprender de manera integral la dinámica actual de la producción de búfalo.

Cuadro 1. Síntesis de hallazgos estructurales y sustento teórico por eje metodológico en la producción bufalina.

Eje metodológico	Síntesis estructural de la evidencia
Eje 1: Especie y contexto	Las deficiencias técnicas en reproducción, genética y sanidad que afectan la productividad y uniformidad del sistema bufalino se vinculan con la baja tecnificación y la necesidad de fortalecimiento integral en los eslabones primarios, como lo documentan De la Cruz-Cruz et al. (2022). No obstante, la literatura también destaca que el búfalo posee alta adaptabilidad y eficiencia productiva en humedales y trópico húmedo, lo que respalda su potencial como especie resiliente y alternativa viable para la diversificación regional (Guerrero-Legarreta et al., 2020).
Eje 2: Economía y generación de valor	La carencia de infraestructura y trazabilidad limita el acceso a mercados de alto valor, confirmando que la rentabilidad depende de la integración y la inocuidad (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2014). Pese al bajo posicionamiento comercial actual, los atributos nutricionales del búfalo ofrecen una oportunidad estratégica para diferenciar el producto en nichos gourmet (Guerrero-Legarreta et al., 2020).
Eje 3: Desarrollo y políticas públicas	La ausencia de políticas diferenciadas, estadísticas consolidadas y coordinación interinstitucional limita la planificación e inversión del sector bufalino, lo que coincide con la evidencia de que las cadenas agroalimentarias emergentes requieren marcos institucionales sólidos y articulación efectiva de actores para su desarrollo sostenible, condición aún débil en la cadena de búfalo en México y América Latina (FAO, 2014; De la Cruz-Cruz et al., 2022).

Los resultados revelan que el desempeño y la proyección del sistema búfalo dependen de una interacción crítica entre factores técnicos, económicos e institucionales, cuya articulación simultánea es indispensable para su consolidación.

Conclusiones

El análisis indica que la producción de búfalo cuenta con fundamentos técnicos y económicos que la pueden posicionar como una alternativa viable en sistemas tropicales, destacando su adaptabilidad y potencial de diferenciación. Sin embargo, persisten brechas en tecnificación e integración de la cadena de valor que limitan su consolidación. Este trabajo constituye un diagnóstico conceptual que sienta las bases para un estudio empírico posterior en Veracruz, donde se llevará a cabo una evaluación específica de sus desafíos y potenciales oportunidades.

Literatura citada

De la Cruz-Cruz, L. A., Roldán-Santiago, P., Berdugo-Díaz, D. F., Rodríguez-Florentino, R., & Berdugo-Gutiérrez, J. A. (2022). Characteristics of buffalo production and research systems in southern Mexico. *Journal of Buffalo Science, 11*, 19–31. https://doi.org/10.6000/1927-520X.2022.11.03

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). Developing sustainable food value chains: Guiding principles. Rome.

Guerrero-Legarreta, I., Napolitano, F., & Cruz-Monterrosa, R. G. (2020). Buffalo meat and milk production: Characteristics and consumer perspective. *Journal of Buffalo Science, 9*(1), 1–14. https://doi.org/10.6000/1927-520X.2020.09.01

Serrapica, F., Masucci, F., De Rosa, G., Braghieri, A., Sarubbi, F., Garofalo, F., Grasso, F., & Di Francia, A. (2022). Moving buffalo farming beyond traditional areas: Performances of animals, and quality of mozzarella and forages. *Agriculture, 12*(8), 1219. https://doi.org/10.3390/agriculture12081219

Capítulo 9. Educación Agrícola

RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA: UN ANÁLISIS DEL COMPROMISO SOCIAL DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES

Genyshet Sánchez-González*; María Isabel Palacios-Rangel
Centro Académico y de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo
* genyshet.sanchez@ciestaam.edu.mx

Introducción

La responsabilidad social (RS) se ha convertido cada vez más en un factor de competitividad reconocido a nivel mundial (Cardona, 2016). Su propósito es el compromiso que asumen individuos, organizaciones y empresas de actuar en beneficio del bienestar colectivo y del entorno. Melo Rojas & Hernández Herrera (2024), refieren que las Instituciones de Educación Superior (IES), aunque no son empresas comerciales, desempeñan un papel crucial dentro de la sociedad y sus dinámicas. Cualquier organización que aspire a la mejora continua necesita de la autoevaluación no solo para contribuir a su prestigio, también para fortalecer su capacidad de impactar en las problemáticas actuales de la sociedad.

La autoevaluación en las prácticas de RS en la universidad es relevante si se busca favorecer el control de la evolución constante (Rubio-Morua et al., 2022). Los títulos universitarios son los resultados inmediatos y más tangibles del proceso de formación; sin embargo, el papel social de la universidad se consolida con la integración de la investigación, mediante la promoción de proyectos cocreados, duraderos y socialmente relevantes (Vallaeys, 2021), que dan como resultado habilidades técnicas, cognitivas, profesionales sociales y éticas, fruto de la formación en su forma más práctica. El objetivo de esta investigación fue identificar la implementación de la responsabilidad social universitaria como factor de consolidación del capital intelectual a partir de un análisis de correlación entre las variables: proceso educativo (aprendizaje basado en desafíos sociales, inclusión curricular 17 ODS, mallas curriculares diseñadas con actores externos) y compromiso social universitario (CSU), desde la perspectiva de los estudiantes de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh).

Materiales y métodos

El enfoque del proceso de investigación es de tipo cuantitativo, con un alcance explicativo y descriptivo correlacional, y se llevó a cabo un diseño de campo no experimental y de naturaleza transeccional en el verano de 2025. La población de estudio estuvo formada por los estudiantes de sexto y séptimo año de la UACh, campus central, que representan a las licenciaturas de ingeniería del campus y conocen el contexto universitario y pueden aportar una opinión crítica al identificar políticas de RS. La muestra se calculó según la fórmula correspondiente al muestreo de proporciones con varianza máxima, con un nivel de confianza de 95%, una probabilidad de éxito del 0.5 y una probabilidad de fracaso del 0.5. La muestra está compuesta de 335 alumnos y el instrumento de levantamiento de datos es el autodiagnóstico de responsabilidad social universitaria (URSULA) de (Vallaeys, 2021), que se adaptó para su aplicación en una escala de Likert. Se realizó una prueba de confianza (Alfa de Cronbach) y el análisis de correlación de Rho de Spearman, y los resultados se obtuvieron con el programa informático SPSS.

Resultados y discusión

En las respuestas generadas se pueden observar elevados índices de Alfa de Cronbach en las variables, lo que indica que la confiabilidad del instrumento es significativa (>7). Esto indica que hay alta consistencia entre los ítems que los integran. La Rho de Spearman permite determinar correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre las variables del proceso educativo y el compromiso social universitario (todas con p >.001) lo que indica que, a mayor valoración del proceso educativo, mayor es el compromiso social percibido. Esto no implica causalidad, pero

muestra que la asociación es relevante. Además, las variables involucradas en el proceso educativo se correlacionan entre sí de manera positiva, alta y significativa; esto sugiere que los estudiantes perciben estas acciones como un conjunto articulado. Dado que la RS en las universidades se encuentra definida por la combinación de los elementos de cada una de sus dimensiones, entonces es relevante la relación del proceso formativo con la competitividad de las IES (Ahumada-Tello et al., 2018).

Cuadro 1. Análisis de correlación entre variables del proceso educativo y el compromiso social universitario.

Variables			ADS	C17ODS	MDAE	PS
Proceso educativo	Aprendizaje basado en desafíos sociales	*r*	1			
		p	.			
	Inclusión curricular de los 17 objetivos de desarrollo sostenible	*r*	.696**	1		
		p	.000	.		
	Mallas diseñadas con actores externos	*r*	.706**	.721**	1	
		p	.000	.000	.	
CSU	Proyección social	*r*	.729**	.655**	.702**	1
		p	.000	.000	.000	.

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia con base en los datos extraídos del instrumento analizado en SPSS.

Conclusiones

Los hallazgos indican que, según los estudiantes de la UACh, el proceso educativo es un elemento que se asocia de manera positiva con el compromiso social universitario. Esto sugiere que fortalecer estas dimensiones en la formación universitaria puede contribuir a consolidar la RS y que el mejoramiento del proceso formativo, desde un enfoque socialmente responsable, constituye una estrategia primordial para el desarrollo del capital intelectual y su expresión en el compromiso social y el desempeño profesional futuro.

Literatura citada

Ahumada-Tello, E., Ravina-Ripoll, R., & López-Regalado, M. E. (2018). Responsabilidad Social Universitaria. Desarrollo de competitividad organizacional desde el proceso educativo. *Actualidades Investigativas En Educación*, *18*(3).

Cardona, D. A. (2016). La responsabilidad social empresarial. Concepto, evolución y tendencias. *Gestión y Desarrollo Empresarial*, 1–21.

Melo Rojas, G. M., & Hernández Herrera, C. A. (2024). Percepción estudiantil de la responsabilidad social universitaria en la gestión organizacional: un estudio en una unidad académica del IPN. *Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, *14*(28).

GENERACIÓN DE UN BOT: USO ÉTICO DE IA EN LA PREPARATORIA AGRÍCOLA DE LA UACh

Yschel Soto Espinoza[1]*; Luis Arturo Cervantes Gómez[2]; Raúl Garrido Angulo[3]
Departamento de Preparatoria Agrícola[1], Departamento de Sociología Rural,[2], [1]Universidad Autónoma Chapingo. Instituto Politécnico Nacional[3].
* ysotoe@chapingo.mx

Introducción

La integración de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la Preparatoria Agrícola (PA) presenta un dualismo: el potencial de acelerar el aprendizaje técnico y el riesgo de una dependencia acrítica, por lo que esta investigación documenta el desarrollo de un *bot* diseñado para la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), cuyo núcleo algorítmico prioriza el uso ético y responsable. La metodología empleó un enfoque mixto, evaluando la interacción de 200 estudiantes con el *bot*. Los resultados preliminares indican que el diseño basado en "andamiaje cognitivo" reduce el plagio académico, fomenta la validación de fuentes bibliográficas y el uso responsable de la IA.

La UACh, como referente en la educación agronómica, no es ajena a la disrupción tecnológica. En la PA, los estudiantes enfrentan el desafío de integrar conocimientos de ciencias básicas con las prácticas de campo, por lo que el problema radica en el uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) genéricas que suelen alucinar, ofrecer datos descontextualizados o fomentar la deshonestidad académica. Así, esta investigación plantea si ¿es posible diseñar una herramienta de IA que actúe como tutor ético en lugar de sustituto del pensamiento crítico? El objetivo es generar un *bot* que implemente filtros de integridad, esté delimitado al rastreo de información en fuentes confiables y sea de manejo intuitivo. Se fundamenta en la tecnoética por el análisis de los sesgos y la responsabilidad en el uso de algoritmos (Bostrom, 2014), en la IA en Educación (AIEd) con base en los modelos de tutoría inteligente que respetan el ritmo de aprendizaje además del contexto rural-académico.

Materiales y métodos

Tanto para el desarrollo como para la evaluación del *bot* se utiliza la herramienta *Poe*® sobre el reglamento académico de la UACh y manuales técnicos de la PA; la muestra está compuesta por estudiantes de la PA que serán parte de un estudio cuasiexperimental con grupo control y grupo experimental para medir la calidad de las referencias bibliográficas y la profundidad de los trabajos académicos producidos.

Los instrumentos que se utilizan en la investigación son analíticas de aprendizaje (*Logs*) para medir tiempos de interacción, número de iteraciones por consulta, tipos de preguntas (fácticas vs. profundas), entrevistas a docentes para evaluar si perciben mejora en la calidad argumentativa y originalidad de los trabajos entregados, así como un análisis documental para comparar actividad académica *pre-bot y post-bot* usando herramientas anti-plagio y rúbricas de pensamiento crítico.

El procedimiento para seguir es:

Análisis y diagnóstico contextual: Encuesta diagnóstica: Uso y conocimiento sobre el impacto ambiental de la IA, frecuencia y percepción de honestidad académica, así como grupos focales: Con estudiantes de distintos semestres y orígenes geográficos (fundamental en Chapingo para entender la brecha digital de origen).

Diseño y desarrollo del prototipo: Usaremos la herramienta Poe como un bot comercial adaptado pretendiendo lograr la soberanía tecnológica y actuará como un tutor que ofrece andamiaje, estructura y verifica fuentes fiables, pero nunca la respuesta *final.*

Recolección de Datos: Logs del sistema: Análisis de las conversaciones (anonimizadas) para ver la interacción real y observación participante: El investigador está en el aula viendo la dinámica.

Análisis retrospectivo y principios de diseño: Una parte del entrenamiento del bot sea realizada por los propios estudiantes y ayuda a validar las respuestas del bot, convirtiéndoles en co-investigadores, y no en consumidores pasivos; el análisis estadístico de la información obtenida será a través del uso una *T de Student* para comparar medias de desempeño y encuestas de escala Likert para la percepción ética.

Resultados y discusión

Actualmente la investigación se encuentra en curso y se cuenta únicamente con resultados parciales, los cuales hasta el momento han arrojado un incremento del 27% en la precisión de la búsqueda de información disciplinar vinculada al sector agropecuario; el estudiantado identifica la disminución de la incidencia de "alucinaciones" de la IA mediante el uso de bases de datos y fuentes confiables además de que se promueve una cultura de respeto a la propiedad intelectual, obligando al usuario a declarar el uso de la IA en sus productos académicos.

Así mismo, de manera paralela este mismo porcentaje del estudiantado identifica el impacto ambiental y las acciones éticas del uso responsable de la IA.

Conclusión

La generación, configuración y uso de herramientas tecnológicas apoyadas en la IA dentro de Chapingo, permiten responder a algunas de las necesidades de las generaciones actuales, lo que hace necesario investigar su impacto en los procesos educativos.

El uso de un *bot* en las asignaturas suma la disponibilidad de encontrar respuestas a sus dudas e información referentes a cada campo disciplinar según su tiempo y ritmo por lo que no solo sirve como asistente disciplinar, sino también como un ejercicio pedagógico de alfabetización ética digital.

Literatura citada

Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2024). Educational data mining and learning analytics in secondary education. Journal of Educational Computing Research.

Bostrom, N., & Yudkowsky, E. (2014). The ethics of artificial intelligence. En K. Frankish & W. M. Ramsey (Eds.), The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence (pp. 316-334). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139046855.020

Yan, L., Martinez-Maldonado, R., & Gasevic, D. (2024). The future of AI in LMS: From predictive to generative tutoring. En Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK '24) (pp. 13–23). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3636555.3636856

Luckin, R. (2022). AI for educators: Enhancing human intelligence in the classroom. Routledge.

Siemens, G. (2024). Connectivism and AI: Distributing cognition in virtual campuses. Learning Analytics Review. https://www.nature.com/articles/d41586-025-03915-7

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

ATENCIÓN PRIMARIA A LA SALUD MENTAL DE LOS ESTUDIANTES DE LA PREPARATORIA AGRÍCOLA UACh.

Ma de Lourdes Aguilera-Peña*; María Joaquina Sánchez-Carrasco; Lorenzo Espinosa-Gómez. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola.
* maguilerap@chapingo.mx

Introducción

La salud mental es un estado de bienestar en el cual las personas son conscientes de sus propias capacidades, pueden afrontar las tensiones de la vida, trabajar y contribuir a su comunidad (OMS, 2025), implica un estado de regulación psicoemocional y conductual que se expresa en bienestar general y el equilibrio entre una persona y el entorno social y cultural en que se desenvuelve. Los resultados de la Encuesta Sanitaria en Salud y Nutrición (ENSANUT-2022) reportaron que la pandemia por COVID-19 detonó focos de atención en la salud mental de niños, niñas y adolescentes, destacando que la población adolescente presentó prevalencia de síntomas depresivo-ansiosos y transtornos alimentarios, siendo la sintomatología depresiva con mayor impacto en mujeres, con dos veces más probabilidad de presentarla que los hombres. Se ha sugerido que las mujeres tienden a responder al estrés con conductas internalizantes como la depresión, mientras que los hombres lo hacen con conductas externalizantes, como conducta antisocial y abuso de sustancias (Vázquez et al., 2023). En la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), se han identificado algunos problemas relacionados a la salud mental de los estudiantes, que derivan en desmotivación, estrés, ansiedad, depresión, entre otros, con trasendencia en el desempeño académico, personal y social (Mora, AR et al., 2025). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar, de forma precoz, condiciones de riesgo relacionadas a la salud mental de los estudiantes de Preparatoria Agrícola para sugerir acciones preventivas.

Materiales y métodos

Estudio cuantitativo con diseño no experimental, alcance descriptivo y enfoque cognitivo conductual. Los participantes fueron 95 estudiantes con edad promedio de 16 años, elegidos mediante muestreo por conveniencia que cursan el segundo semestre de Preparatoria en la UACh, ciclo 2025-2026. *Instrumento:* Inventario de Depresión Infantil (CDI), Kovacs (2004). Adaptado psicométricamente en México para evaluar sintomatología relacionada con malestar emocional y depresión en niños y adolescentes entre 7 a 17 años. El CDI se utilizó como cribado[1] (no como diagnóstico clínico). Se utilizaron los ítems de la versión corta CDI-S: 10,4,7,8 para valorar autoestima negativa; 5,1,6 para anhedonia; 2 y 3 para valorar desesperanza. Se aplicó vía online utilizando la plataforma *Microsoft Forms*. Se aseguró el carácter anónimo, confidencial y con fines de investigación educativa; no hubo gratificación por la participación. El análisis de resultados se realizó a través de la obtención de histogramas ubicando la línea de tendencia para el análisis cuantitativo y descriptivo.

Resultados y discusión:

Autoestima negativa: las creencias irracionales clave en la autoestima negativa son las demandas perfeccionistas, catastrofización de errores, y etiquetado negativo de uno mismo (Myers, 2005); en esta investigación, el 38% de los estudiantes considera que muchas cosas malas son culpa de ellos, al 63% no les gusta como son y no se aceptan incondicionalmente,

[1] Cribado: proceso preventivo para detectar factores de riesgo o características tempranas de problemas de salud mental. (RAE, 2026)

ninguno expresó que se odia a sí mismo. **Anhedonia:** el enfoque cognitivo conductual considera a la anhedonia como un síntoma derivado de creencias irracionales (Ramos, 2023). El 3% de estudiantes expresó que nada les divierte, el 25% está triste muchas veces o casi siempre, el 15% siempre o muchas veces piensan que son malas personas. **Desesperanza o indefensión aprendida:** El enfoque cognitivo conductual explica que la desesperanza deriva de la creencia irracional de que las propias acciones no influyen en los resultados de la vida, tras experiencias previas incontrolables (Minici, 2010). El 32% de los estudiantes expresaron que hacen mal muchas cosas, además el 6% consideran que nunca les saldrá nada bien, es decir, perciben una ausencia de control sobre los resultados de una situación adversa y es posible que estos estudiantes experimenten ansiedad ante situaciones estresantes y bajo nivel de motivación.

Conclusiones

Los resultados obtenidos exponen la necesidad de implementar programas enfocados en atención a la salud mental de los estudiantes de la Preparatoria Agrícola, porque como afirma Vázquez et al., (2023) si los estudiantes no reciben atención oportuna, los síntomas se pueden prolongar a la edad adulta y evolucionar en una enfermedad crónica. El CDI permitió obtener un perfil general, el cual llevó a establecer los temas que conforman el Programa Psicoeducativo de Fortalecimiento Emocional, en un primer nivel de atención a la salud mental. Se identificó a 4 mujeres estudiantes que manejan puntajes altos en intensidad o frecuencia de anhedonia y desesperanza, lo cual concuerda con lo reportado por Vázquez et al*.,* (2023), quienes mencionan un mayor impacto en mujeres. En estos casos se recomienda una segunda aplicación del CDI y la entrevista en profundidad, además de la psicoeducación, y de requerirlo remitir a las instancias institucionales de la UACh (UCAME, PASE), con la finalidad de recibir atención en segundo nivel.

Literatura citada

Mora, AR., Mora, MG., Morett, JL., González, ME., Hernández, A. (2025). Primeros Auxilios Psicológicos: una estrategia para la salud mental en la UACh. Memoria XIII Congreso Internacional y XXVII Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. 616-617. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Organización Mundial de la Salud (2025). Salud mental. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response

Kovacs, M. (2004). Inventario de Depresión Infantil. CDI. TEA Ediciones. España. https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-digital-del-estado-de-puebla/psicologia/cdi-cuestionario-de-depresion-infantil/122161189

Minici, A., Rivadeneira, L., Dahab, J. (2010). Desesperanza aprendida. Revista de Terapia Cognitivo Conductual. https://cetecic.com.ar/revista/pdf/desesperanza-aprendida.pdf

Vázquez-Salas RA, Hubert C, Portillo-Romero AJ, Valdez-Santiago R, Barrientos-Gutiérrez T, Villalobos A. Sintomatología depresiva en adolescentes y adultos mexicanos*:* ENSANUT-2022. Salud Pública Mex. (S117-S125. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2022/doctos/analiticos/16-Sintomatologia.depresiva-ENSANUT2022-14827-72384-2-10-20230619.pdf

DESCOLONIZACIÓN Y DESPATRIARCALIZACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN (SEAES)

Alma Rosa Mora-Pizano[1*]; María Guadalupe Mora-Pizano [2]; Jorge Luis Morett-Sánchez[3].
Departamento de Sociología Rural.[1]; Departamento de Preparatoria Agrícola.[2]. Departamento de Sociología Rural.[3] Universidad Autónoma Chapingo.
* amorapizano@yahoo.com

Introducción

El Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES) en México se creó por la modificación a la Ley General de Educación Superior (abril de 2021). Ello dio origen al Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior, en él se establecen las bases de la política nacional de evaluación de ese nivel educativo. Uno de sus objetivos es desarrollar estrategias y acciones de autoevaluación institucional para la mejora continua de sus respectivos marcos normativos. Busca la profesionalización de la docencia, avances en los programas educativos, de posgrado e investigación y transversalizar siete criterios: compromiso con la responsabilidad social, equidad social y de género, inclusión, excelencia, innovación social, vanguardia e interculturalidad. El objetivo de esta ponencia es reflexionar sobre los paradigmas de la evaluación propuesta porque suele asumirse que las políticas educativas son neutras al género o a esquemas eurocéntricos; expondremos la necesidad de incluir en el modelo un enfoque con perspectiva de género y descolonizado para contribuir realmente a la transformación de las desigualdades sociales y de género.

Materiales y métodos

Este es un estudio cualitativo de carácter exploratorio en el que empleamos una metodología de análisis del discurso, estudiamos cómo el lenguaje construye la realidad social y las relaciones de poder. En el caso que nos ocupa nos permitió analizar no solo qué se dice, sino desde qué posición de autoridad se dice. Desde una perspectiva de género, en este análisis privilegiamos la mirada descolonizadora y despatriarcalizadora porque ello nos permitió partir de esquemas más pertinentes a nuestra realidad latinoamericana y sobre todo abonar a la igualdad de género. Empleamos el análisis del discurso porque es una herramienta metodológica para estudiar el uso del lenguaje (oral, escrito o semiótico) del Marco General del SEAES. Sabemos que el discurso construye la realidad, transmite ideologías y ejerce poder, pero tratándose de un proyecto que busca una mayor correspondencia y pertinencia de los modelos educativos, resulta imperioso analizar el contexto y la interacción de ese discurso porque es el paradigma que se establece como referente a alcanzar.

Resultados y discusión

Por ley, las universidades debemos acatar este proceso de evaluación y transición a la mejora continua, pero a las comunidades académicas y estudiantiles nos corresponde discutir el colonialismo epistémico de esta iniciativa y el pensamiento hegemónico del orden patriarcal que ha legitimado las violencias hacia las mujeres. En este trabajo presentamos un análisis de los principios que orientan el marco del SEAES y algunos puntos de reflexión sobre “la transversalización de la equidad de género”. Particularmente, nos centramos en los criterios de inclusión y equidad social y de género, pues son principios que nos podrían hacer pensar que se busca que los programas educativos sean sensibles a los problemas de discriminación y violencia de género en las universidades, sin embargo, son conceptos “descafeinados”. En principio, lo que debemos señalar es que las instituciones escolares son patriarcales y refuerzan los valores prevalecientes de una estructura jerárquica y disciplinaria dominada por la masculinidad hegemónica. Como espacios de socialización, también obedecen a un ordenamiento simbólico que no está libre de intereses, sociales o políticos. Es importante reconocer que la modernidad

occidental que es vista como aspiracional para muchas universidades, fue posible gracias al colonialismo y a la expansión del capitalismo planteándose como naturales e inocuos, hoy debemos transformar esos referentes. La incorporación de la equidad social y de género en nuestro modelo académico supone considerar que no puede prevalecer el modelo de agricultura convencional que se enseña en las aulas. Por ello, si queremos construir otro tipo de educación, que se caracterice por ser inclusiva, intercultural, y que cumpla con una responsabilidad social, la equidad y el género, necesitamos construir las bases de una educación despatriarcalizadora y descolonizante (Galindo, 2013) para generar ambientes escolares donde se valore la diversidad, se respeten los derechos humanos y se promueva una convivencia basada en el buen trato y la justicia social.

La incorporación de los criterios del SEAES sucede solo en el ámbito formal pero no se ha traducido en estrategias concretas ni en modificaciones curriculares que permitan transformar las prácticas educativas que toleran o legitiman la violencia en los espacios escolares. Descolonizar y despatriarcalizar los modelos universitarios, requiere abrir miradas múltiples para entender y transformar las estructuras de poder que casi siempre operan en contra de la vida, la igualdad y la justicia. Reconocer y valorar los saberes y memorias ancestrales y enseñar una educación no extractivista que reflexiones sobre las resistencias de los pueblos originarios y las luchas de las mujeres en los territorios, especialmente en América Latina.

Conclusiones

Lograr la transversalización de los siete criterios orientadores, supone rediseñar el currículo para incluir saberes y perspectivas indígenas, cambiar las pedagogías para que sean más inclusivas (multilingües, multiculturales), cuestionar el conocimiento hegemónico y visibilizar las identidades hasta ahora subalternas (de etnia, género, cultura, clase, etc.). Construir un marco epistemológico antihegemónico que promueva prácticas educativas transformadoras y críticas, tanto en los ámbitos formales como en los no formales de la educación, es una tarea que nos corresponde a las y los docentes. Reconociendo que nuestra labor no se limita a la transmisión de conocimientos, es necesario capacitarnos para transformar los enfoques que todavía derivan de la revolución verde, basada en el mejoramiento genético y la dependencia de agrotóxicos y combustibles fósiles sin pensar en los efectos para la salud humana, el impacto ambiental, la degradación del suelo y del agua, y la pérdida de biodiversidad. No se trata sólo de cambiar en el discurso sino de concientizarnos sobre la responsabilidad y la función social que nuestra universidad está llamada a cumplir.

Literatura citada

CONACES. (2023). Marco General del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior.

Galindo, M. (2013). No se puede descolonizar sin despatriarcalizar. Bolivia. Mujeres creando.

POBREZA MULTIDIMENSIONAL: DESIGUALDADES ENTRE MUJERES Y HOMBRES

María Guadalupe Mora-Pizano[1]*; Alma Rosa Mora-Pizano[2]; Jorge Luis Morett-Sánchez[2]

[1]Departamento de Preparatoria Agrícola. [2]Departamento de Sociología Rural.
Universidad Autónoma Chapingo.
* mmorap@chapingo.mx

Introducción

México sigue siendo un país con profundas desigualdades, mismas que tienen en los ingresos económicos de su población el mayor factor de desigualdad, sin embargo, no es el único, pues de este se derivan y se conjuntan otras condiciones que hacen más compleja y adversa la calidad de vida de quienes se encuentran en mayor pobreza. Ante ello, cada gobierno federal ha diseñado diversas políticas sociales con el propósito, al menos declarado así, de reducir las brechas y las formas de pobreza y brindar alternativas para mejorar los índices de bienestar y desarrollo que no se reducen solo al ingreso económico. Sin embargo, se mantienen amplias desigualdades en las que inciden diversos factores, uno fundamental lo constituye el hecho de ser mujer o ser hombre, al que se suma el rezago educativo o la región de procedencia, por lo que el propósito de este trabajo es documentar y exponer las dimensiones y efectos de dichas brechas.

Materiales y métodos

Este trabajo es una investigación con enfoque de género de carácter interseccional, de tipo cualitativo, descriptivo y analítico de información documental especializada en el tema.

Resultados y discusión

En 2004, en el marco de la Ley General de Desarrollo Social se creó el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval), como un organismo público encargado de realizar la medición de la pobreza y orientar el diseño de la política de desarrollo social. Su trabajo se realizó desde un enfoque de derechos sociales al reconocer la pobreza como una problemática con múltiples factores involucrados, y, desde esta perspectiva, se inició el registro de la llamada pobreza multidimensional, colocando a México como el primer país en medir oficialmente así este fenómeno (Coneval, s.a.). La pobreza multidimensional, involucra que las personas no tienen garantizado el ejercicio de cuando menos uno de sus derechos de desarrollo social, y no cuentan con los ingresos suficientes para la adquisición de los bienes y servicios que requieren (Coneval, 2024). Los derechos de desarrollo social considerados por el Coneval para su evaluación son el rezago educativo, la carencia por acceso a servicios de salud, la carencia por acceso a la seguridad social, la carencia por calidad y espacios de la vivienda, la carencia por acceso a los servicios básicos de la vivienda, y la carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad; adicionalmente considera, sobre todo en su medición de la pobreza extrema, A finales del año 2024 el Coneval quedó extinto y sus funciones fueron retomadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y fue a finales de 2025 que emitió el informe sobre la pobreza correspondiente al año 2024, el cual se difundió ampliamente. De acuerdo con este reporte, para el año 2024 el porcentaje de la población nacional en pobreza multidimensional fue 29.6 %, lo que implicaba que no tenían garantizado el ejercicio de al menos uno de sus derechos sociales, como educación, salud, seguridad social, vivienda y alimentación, además el ingreso mensual por persona no resultaba suficiente para adquirir una canasta alimentaria, bienes ni servicios necesarios (INEGI, 2025). De 2022 a 2024 la pobreza multidimensional se redujo más de 6 puntos porcentuales, y pasó de afectar a 46.8 millones de personas a 38.5 millones, representando una disminución efectiva de 8.3 millones de personas, (INEGI, 2025). Un referente de las desigualdades a nivel nacional es la entidad, en 2024, las cinco entidades con los valores más altos de población en situación de pobreza multidimensional fueron Chiapas, con 66.0 %; Guerrero, con 58.1 %; Oaxaca, con 51.6 %; Veracruz, con 44.5 %;

y Puebla, con 43.4 por ciento. Estos datos contrastan ampliamente con los encontrados en las cinco entidades con los porcentajes más bajos, estos fueron Baja California, con 9.9 %; Baja California Sur, con 10.2 %; Nuevo León, con 10.6 %; Coahuila, con 12.4 %; y Sonora, con 14.1 %, (INEGI, 2025). Las brechas por regiones son evidentes y cuando se revisan las reducciones de pobreza considerando el factor género, también se observan diferencias importantes, la Secretaría de las Mujeres (2025) reporta que, el número de mujeres en pobreza pasó de 27.1 millones en 2018 a 24.8 millones en 2022, y para 2024 la cifra fue de 20.5 millones. Pero adicionalmente señala que, a pesar de esta reducción la brecha de pobreza entre mujeres y hombres se mantiene, pues en 2024, 30.1% de las mujeres (equivalente a 20.5 millones) vivía en situación de pobreza, frente al 28.9% de los hombres (18 millones), lo que representa una diferencia de 1.2 puntos porcentuales. Cuando se analiza el factor de rezago educativo vinculado con la medición de pobreza multidimensional, se encuentra que, en 2024, un total de 24.2 millones de personas presentaron rezago educativo en el país. Y, si bien, en esta carencia también se observó una reducción a nivel nacional entre 2022 y 2024, considerando que el porcentaje de la población con esta carencia pasó de 19.4 a 18.6 por ciento en dicho periodo, es destacable que, aunque este tipo de rezago disminuyó en 25 entidades, a la par se encontraron entidades con un incremento en su rezago educativo. Es relevante considerar que el factor educativo cobra un valor fundamental, en tanto restringe o posibilita el acceso o demanda de otros derechos, como el de trabajo mejor remunerado, salud, alimentación, entre otros. Además de ello, la Ley General de Educación establece en su artículo 7 que deberá se inclusiva, eliminando cualquier forma de discriminación y exclusión, y en su artículo 8 señala que debe atender de manera prioritaria a los grupos y regiones con mayor rezago educativo o que enfrentan situaciones de vulnerabilidad debidas a circunstancias socioeconómicas, físicas, mentales, de identidad cultural, de origen étnico o nacional, por situación migratoria o bien, relacionadas con aspectos de género, preferencia sexual o prácticas culturales. (Cámara de Diputados, 2024).

Conclusiones

Los datos reportados demandan el diseño de políticas públicas integrales, con enfoque de género e interseccional que atienda las desigualdades derivadas de la pertenencia a alguno de los grupos de mayor rezago y que considere que con frecuencia en esas poblaciones se conjunta el efecto de diversas condiciones que profundizan la desigualdad: género, población, educación, entre otros. La educación se coloca como un pilar fundamental en la atención y lucha contra las desigualdades.

Literatura citada

Cámara de Diputados. H. Congreso de la Unión, (2024). Ley General de Educación. (última reforma publicada DOF 01-04-2024)

Coneval (s.a.) Medición multidimensional de la pobreza en México: un enfoque de bienestar económico y de derechos sociales.

Coneval, (2024) Informe de Evaluación de la Política de Desarrollo Social 2024. Ciudad de México. Coneval

INEGI. (2025) Comunicado de Prensa 118/25. Pobreza Multidimensional. 13 de agosto de 2025.

Secretaría de las Mujeres. (2025). Nota informativa: Indicador pobreza PND 2025-2030.

GÉNERO, DIVISIÓN SEXUAL DEL TRABAJO Y REZAGO EDUCATIVO

María Guadalupe Mora-Pizano[1]*; Alma Rosa Mora-Pizano[2]; Jorge Luis Morett-Sánchez[2]

[1]Departamento de Preparatoria Agrícola. [2]Departamento de Sociología Rural.
Universidad Autónoma Chapingo.
* mmorap@chapingo.mx

Introducción

La lucha por la igualdad entre seres humanos, independientemente de sus características y condiciones, ha sido un esfuerzo permanente ante las profundas desigualdades que históricamente han situado a sectores o poblaciones enteras al margen de sus derechos. Factores como la etnia, la edad, el nivel socioeconómico inciden directamente en el acceso y disfrute de derechos, pero es el factor de género el que sigue teniendo una influencia fundamental en las posibilidades de desarrollo de las personas pues del mismo se derivan condiciones que sostienen las brechas entre mujeres y hombres. Así, se establece una división sexual del trabajo que favorece mejores condiciones de participación en el mercado laboral y en la educación formal a los hombres, mientras que a las mujeres les resta tiempo, atención y oportunidades en dichos espacios. En México, hace menos de 20 años se expidió la Ley General para la Igualdad entre Mujeres y Hombres (2006), pero ello no ha garantizado la igualdad en términos efectivos, tanto que el actual gobierno federal, encabezado por una presidenta, promovió una reforma a dicha reglamentación que ahora se denomina Ley General para la Igualdad Sustantiva entre Mujeres y Hombres (2026), con el propósito de alcanzar una igualdad de hecho y no solo en el papel, el tiempo permitirá verificar si esto se logra. En la actualidad las brechas son profundas y por ello el presente trabajo tiene el objetivo de exponer y analizar las formas en las que a partir de la condición de género se estructura una división sexual del trabajo, remunerado y no remunerado, que tiene un impacto importante en el acceso a derechos y con consecuencias en el bienestar y desarrollo de las personas.

Materiales y métodos

Se trata de un trabajo de investigación con enfoque de género, de tipo cualitativo, descriptivo y analítico de información documental especializada en el tema.

Resultados y discusión

La división sexual del trabajo derivada de la organización social de género asigna roles, espacios, y tipos de actividad que favorecen la participación mayoritaria de las mujeres en los denominados trabajos de cuidado. Estos se refieren a toda actividad que permite satisfacer las necesidades vitales y cotidianas en los hogares como cocinar, lavar, limpiar y atender física y emocionalmente a niñas, niños y personas mayores, enfermas o con discapacidad, sea como trabajo remunerado o no (OXFAM, 2018). Estas tareas, que generalmente son realizadas por mujeres, impiden que millones de ellas puedan acceder a educación, salud, empleo digno y suficiente y a otros derechos que les brindarían una vida plena (OXFAM, 2018). Arce y Arvizu (2023) explican que las inequidades en la distribución de estas tareas se cruzan con otras variables vinculadas con la calidad de vida y la desigualdad social, tales como, la situación socioeconómica y el nivel educativo. Y añaden que estos trabajos se intensifican para las mujeres con mayores grados de marginación y les deben dedicar más horas por lo que se reduce su posibilidad de participar en la educación y en los mercados de trabajo remunerado. A este respecto, durante 2024 la participación de los hombres en el trabajo remunerado en México fue 26.7 % mayor que el de las mujeres, mientras que en el trabajo de cuidados las mujeres dedicaron 21.5 horas más a la semana que los hombres. (INEGI, 2024). Las dimensiones del tiempo y el trabajo que las mujeres dedican a estas labores cotidianamente es tal que su valor económico representó un monto de 8.4 billones de pesos, el equivalente al 26.3 % del Producto Interno Bruto (PIB) del total de la

economía nacional. A ese monto, las mujeres contribuyeron con 71.5 % y los hombres, con 28.5 por ciento por lo que con estas actividades las mujeres aportaron a sus hogares 2.5 veces más valor económico que los hombres (INEGI, 2024 b). Con todo ello, la feminización de las responsabilidades domésticas y de cuidados se convierte en un obstáculo que limita o impide en casos extremos la participación de niñas, adolescentes y mujeres adultas en otras actividades como la educación o en alguna actividad remunerada con ingresos dignos. En situaciones de pobreza la escolaridad se suspende en niveles básicos con implicaciones de lograr empleos de tiempo parcial (para cumplir sus labores familiares) y con salarios precarios. Esta división sexual del trabajo propicia una mayor vulnerabilidad para que las mujeres se encuentren en una situación de pobreza y una mayor brecha salarial de género. Entre las personas ocupadas con educación básica, las mujeres en situación de pobreza percibieron en el 2022, 75 pesos por cada 100 de los hombres en la misma condición (Coneval, 2024). Arce y Arvizu (2023) encontraron que entre menor escolaridad tienen las mujeres, es mayor la probabilidad de desarrollar las labores de cuidado mientras que con mayores niveles de formación cuentan con más oportunidad de deslindarse de tales tareas. No obstante, en su estudio encontraron que 60% de las mujeres con licenciatura o posgrado se encargan de cuidar a los infantes, de modo que prevalece el rol de género. Por tanto, no solo en situaciones de pobreza las tareas de cuidado son limitantes, sino que también puede impedir el avance en la formación profesional o la participación en cargos de mayor jerarquía por la imposibilidad de conciliar horarios y responsabilidades.

Conclusiones

La persistente división sexual del trabajo, arraigada profundamente en la sociedad, es un factor fundamental en el mantenimiento de desigualdades entre mujeres y hombres al vincularse con el acceso a derechos y oportunidades, por lo que continuar la transformación de estas pautas culturales es un reto que debe convocar los esfuerzos de toda la sociedad.

Literatura citada

Arce, C. P.; Arvizu, R.V. (2023) Las mujeres mexicanas frente al trabajo de cuidados: desigualdades en las actividades y en las formas de vida. *Revista Punto Género* N.º 20, diciembre de 2023. https://doi.org/10.5354/2735-7473.2023.73464

CONEVAL (2024) Sistema de indicadores sobre pobreza y género en México 2016-2022.Ciudad de México.

INEGI (2024) Encuesta nacional sobre uso del tiempo (ENUT) 2024. Principales resultados.

INEGI (2024 b) Cuenta satélite del trabajo no remunerado de los hogares de México (CSTNRHM) 2023. Comunicado de prensa número 680/24 25 de noviembre de 2024.

EDUCACIÓN ALIMENTARIA EN ADOLESCENTES DE NIVEL PREPARATORIA, EN PAPALOTLA, ESTADO DE MÉXICO

Rosaura Reyes-Canchola[1*]; Holkan Pérez-Reyes[2]; Karen Nathiely Ramírez-Guzmán[3].
[1]Universidad Autónoma Chapingo. [2]Doctorado CEII Universidad Autónoma de Coahuila.
[3]Universidad Autónoma de Coahuila.
* rosaura@ciestaam.edu.mx

Introducción

Esta investigación aborda la pertinencia de implementar procesos de educación alimentaria y ambiental en comunidades estudiantiles como herramienta para fomentar la soberanía alimentaria. A través de un estudio de caso, se analiza la implementación del Proyecto Escolar Comunitario "Comiendo bien transformo mi mundo" en la Escuela Preparatoria Oficial No. 47 de Papalotla, Estado de México (EPO 47). Se sustenta en una perspectiva epistemológica constructivista, busca promover una conciencia crítica sobre la alimentación, considerando no solo aspectos nutricionales, sino también culturales, sociales y ambientales. Un diagnóstico preliminar de la comunidad escolar por observación-descriptiva entre 2024 y 2025 reveló una problemática, donde el consumo de productos *ultraprocesados* (Monteiro *et al.*, 2018) es frecuente, influenciado tanto por la economía familiar como por dinámicas sociales, por lo que, las comorbilidades como obesidad, hipertensión y diabetes afectan significativamente a la población. Por lo anterior, se busca proponer estrategias educativas que fomenten la participación estudiantil, el vínculo comunitario y la construcción de significados alrededor del acto alimentario. El proyecto se desarrollará en dos etapas: la primera, centrada en información y comunicación, incluyó diagnóstico de hábitos alimentarios y elaboración de productos de investigación (infografías, videos, ponencias). La segunda etapa, (en curso) buscará la acción en la comunidad mediante la organización de una feria gastronómica municipal.

Materiales y métodos

Esta investigación es de tipo cualitativo-descriptivo y analítico de información documental especializada en el tema, con perspectiva epistemológica constructivista. Se estructuró en dos etapas: Etapa 1: Información y Comunicación (agosto de 2024 a marzo de 2025, se centró en la *ciber@ultura*, aplicando un cuestionario vía online, plataforma *Microsoft Forms*, con el fin de generar un diagnóstico de hábitos alimentarios. El elaborado con base en: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2019) del INEGI; la Secretaría de Salud del Gobierno Federal y del Instituto Nacional de Salud Pública. Considerando las nuevas generaciones que han crecido con la *cibercultur@,* se estima oportuno utilizar este medio virtual para la recopilación de información, como una forma más cotidiana y actual para la comunicación.

Resultados y discusión

Los resultados Etapa 1 “Información y comunicación” de las encuestas aplicadas a estudiantes revelan los siguientes patrones y problemáticas del consumo de alimentos.

a) Consumo limitado de frutas y verduras

Un porcentaje significativo de estudiantes reporta un consumo insuficiente de frutas y verduras durante la semana. En algunos casos, no consumen ninguna fruta o verdura regularmente, lo que refleja hábitos que pueden afectar su salud a mediano y largo plazo.

Porcentaje de estudiantes que no consumen fruta y verdura, de un total de 584.

- 251.12 adolescentes no consume fruta, lo que equivale al 43.0 % del total
- 140.1 adolescentes no consume verdura, lo que equivale a 24.0 %
- 192.8 adolescentes no emitieron respuesta. Equivale a un 33.1%

b) Alta exposición a productos ultraprocesados

Los resultados del consumo de productos ultraprocesados y comida rápida, como refrescos, golosinas y alimentos instantáneos, constituyen una parte importante de la dieta estudiantil.

Estudiantes que consumen comida rápida 3 o más veces por semana		
Frecuencia	Num. Alumnos	Porcentaje
1 o 2 veces	357	61.1%
3 a 4 veces	74	12.7%
5 a 7 veces	18	3.06
8 veces o más	2	0.34%
ninguna	133	22.8%

Fuente: elaboración propia, 2025.

Con base en los resultados podemos comentar que la ingesta de frutas y verduras es mínima, lo cual resta riqueza nutricional en la alimentación de adolescentes, tal vez por falta de incentivos o desconocimiento de las diferentes formas para consumirlas.

En lo relacionado con el consumo de alimentos ultraprocesados y comidas rápidas, se confirma que la dinámica de actividad e interrelaciones entre los adolescentes da apertura para su consumo. De igual forma la influencia de los medios de comunicación masiva genera las preferencias de consumo de cierto tipo de alimentos como botanas con un sabor más fuerte o picante, los cuáles generalmente son acompañados con bebidas específicas. Al final se van creando fórmulas de consumo, a las cuáles las generaciones más jóvenes se están acostumbrando.

Conclusiones

Con la información obtenida en esta primera etapa, del proyecto “Comiendo bien transformo mi mundo” sirve de base para originar e implementar acciones directas de educación alimentaria y ambiental en comunidades estudiantiles como una herramienta para mejorar la nutrición y fomentar la soberanía alimentaria, en la cual, la participación de los estudiantes, profesores y la vinculación comunitaria sean clave para el éxito de estas estrategias.

Literatura citada

Ayuntamiento Municipal Papalotla. (2022). Plan de Desarrollo Municipal. Papalotla, Estado de México 2022-2024. Disponible en:https://www.papalotlaedomex.gob.mx/files/index/PDMPapalotla20222024.pdf

González, J. (2019a). Aprendizajes en los frentes culturales y el desarrollo de cibercultur@. En J. González (Ed.), ¡No está muerto quien pelea! Homenaje a la obra de Rolando V. García Boutigue. México: UNAM, CEIICH.

INEGI. (2023). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT CONTINUA 2023) Frecuencia de Consumo de Alimentos de Adolescentes y Adultos. Disponible en: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2023/descargas.php consultado el 10 de marzo de 2025.

Monteiro, C. A., Cannon, G., Moubarac, J. C., Levy, R. B., Louzada, M. L. C. y Jaime, P. C. (2018). The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Pubic Health Nutrition*, *21*(1), 5–17. Disponible en: http://doi.org/10.1017/S136898001700023

INNOVACIÓN EDUCATIVA MEDIANTE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP): RETOS Y OPORTUNIDADES EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Enrique Armando Gómez Lozoya[1]; Salvador González Flores[1]; Ernesto Aguilar Mondragón[1*]

[1]Universidad Autónoma Chapingo.

* eaguilarm@chapingo.mx

Introducción

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología de aprendizaje innovadora que viene a dar solución a las metodologías tradicionales, donde el objetivo principal es la transmisión de conocimientos e información, en donde involucra activamente al estudiante en la identificación y análisis de situaciones problemáticas concretas y contextualizadas, fomentando así la adquisición de conocimientos relevantes, el desarrollo de habilidades blandas clave y la integración efectiva de conceptos teóricos y prácticos.

En la educación superior, y particularmente en la Universidad Autónoma Chapingo, el ABP se alinea con los principios de la formación humanista integral, pertinencia social e innovación pedagógica, al vincular directamente los procesos de enseñanza-aprendizaje con problemas complejos del mundo rural, agroalimentario y territorial.

Como lo indica Thomas (2000), el ABP es un enfoque que apoya la construcción activa del conocimiento a través de la experiencia, desarrollando habilidades como el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones basada en evidencias y argumentos.

En ese sentido, el propósito de este trabajo es explorar los retos y oportunidades al usar el enfoque pedagógico Aprendizaje Basado en Proyectos en la enseñanza en la Universidad Autónoma Chapingo, para determinar cómo éste se aprovecha como mecanismo de renovación pedagógica, impactando en la excelencia académica, vanguardia e innovación social.

Materiales y Métodos

La investigación es de enfoque cualitativo-descriptivo, usando como instrumento de recolección de datos una encuesta semiestructurada aplicada a docentes de la Universidad Autónoma Chapingo. El cuestionario constó de preguntas cerradas y de escala tipo Likert que buscaban reconocer las percepciones, vivencias y niveles de aplicación del ABP en la práctica docente.

La muestra se constituyó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, con la participación voluntaria de 62 docentes de diferentes programas educativos. El diseño fue transversal, capaz de tomar la opinión de los participantes en un punto específico del tiempo del ciclo escolar 2025-2026.

Los datos recolectados fueron sistematizados y analizados descriptivamente para identificar tendencias y oportunidades de mejora. Se eligió un diseño estratégico metodológico, ya que no parte de un conocimiento previo del objeto y posibilita comprenderlo en su singularidad. En el muestreo no probabilístico, el tamaño de la muestra generalmente se estima en función de la variabilidad de la variable de interés en la población y los niveles de confianza y precisión que se deseen obtener.

Resultados y discusión

Los resultados de la investigación revelan que la mayoría de los docentes encuestados (79%) consideran que el Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología efectiva para fortalecer el proceso de aprendizaje y desarrollar habilidades profesionales. Pero, solo el 34% de los encuestados declara utilizarla siempre en su práctica docente.

Ahora bien, entre las necesidades prioritarias identificadas en el sector educativo se hallan la falta de formación pedagógica en metodologías activas y participativas, la rigidez curricular, la sobrecarga del currículo y la falta de recursos para dar seguimiento a la mejora continua y evaluar proyectos educativos.

Además, el 68% de los encuestados considera que se deben establecer medidas reales para fortalecer la capacitación continua y el apoyo institucional para fomentar la creatividad y la innovación en la práctica pedagógica.

Finalmente, estos resultados concuerdan con lo que Barron y Darling-Hammond (2008) proponen en su investigación: que el ABP necesita un cambio en la cultura del profesorado y unas condiciones institucionales para pasar de un modelo transmisivo a uno activo, colaborativo y situado en contextos auténticos.

Conclusiones

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología innovadora para la Universidad Autónoma Chapingo que apoya la formación integral del estudiante y su vinculación con problemas reales del entorno. Pero su aplicación tiene barreras asociadas a la formación docente, el diseño curricular y el acompañamiento institucional. Por lo cual, hay que impulsar procesos de capacitación docente, curricular y una cultura de innovación pedagógica para el aprendizaje significativo y contextualizado, pertinente socialmente.

Literatura citada

Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for meaningful learning. Jossey-Bass. Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation.

Zabalza, M. A. (2011). Diseño y desarrollo curricular. Narcea Ediciones.

CRITERIOS TRANSVERSALES DEL SEAES: ANÁLISIS CONCEPTUAL FRENTE A UNA IMPLEMENTACIÓN SIMULADA

Ernesto Aguilar Mondragón*; Stephanie Sandre Hernández, Salvador González Flores,
Universidad Autónoma Chapingo.
* eaguilarm@chapingo.mx

Introducción

Las Instituciones de Educación Superior (IES) enfrentan el reto de integrar, medir y evaluar los criterios transversales —compromiso con la responsabilidad social, equidad social y de género, inclusión, vanguardia, excelencia, innovación social e interculturalidad— en sus currículos (SEAES, 2023), evitando que su implementación se limite a una mera simulación y garantizando su impacto real en la formación humanista de los estudiantes. En la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), algunos programas educativos ya han integrado estos criterios, pero aún no se ha llegado a la fase de medición y evaluación, lo que evidencia la necesidad de un análisis conceptual que guíe su implementación efectiva. La importancia de este estudio radica en la necesidad de contar con referentes conceptuales claros que permitan distinguir entre una integración sustantiva de los criterios transversales y un cumplimiento únicamente formal, condición indispensable para la mejora continua, la rendición de cuentas y la credibilidad de los procesos de evaluación institucional. Según estudios recientes sobre enfoques educativos que integran criterios transversales desde una perspectiva socioformativa, trasladar principios transversales a prácticas evaluables sigue siendo un reto metodológico significativo en educación superior (Tobón, 2024). En este contexto, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis conceptual de los criterios transversales del SEAES frente a una implementación simulada, identificando elementos que orienten su integración efectiva en el currículo y en los procesos de evaluación institucional.

Materiales y métodos

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental, de tipo documental y analítico, centrado en el análisis conceptual de los criterios transversales del SEAES frente a su posible implementación simulada. Los materiales utilizados consistieron en literatura académica especializada que incluyó artículos científicos y libros sobre educación superior y enfoques socioformativos, así como documentos normativos oficiales, entre ellos la Ley General de Educación Superior (LGES), (2021), los lineamientos del SEAES y normatividad institucional vigente de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh).

Como herramientas metodológicas se emplearon la revisión documental sistemática, el análisis comparativo y la síntesis conceptual. El procedimiento incluyó la identificación de los objetivos de evaluación y los mecanismos de evaluación asociados a los criterios transversales del SEAES, conforme a lo establecido en su marco normativo, con el fin de analizar su congruencia con el currículo y valorar los riesgos de una implementación simulada. Las condiciones del estudio corresponden a un análisis teórico realizado en una etapa previa a la medición y evaluación de los criterios transversales, considerando que en algunos programas educativos de la UACh dichos criterios ya se encuentran integrados en el currículo, pero aún no han sido medidos ni evaluados. Finalmente, los hallazgos se sintetizaron en un marco conceptual orientado a favorecer una integración efectiva de los criterios transversales en el currículo y en los procesos de evaluación institucional.

Resultados y Discusión

El análisis documental permitió identificar que los criterios transversales del SEAES cuentan con una definición normativa clara y coherente, orientada a la mejora continua y la formación humanista en las IES. Sin embargo, el análisis comparativo evidenció que su integración curricular se realiza principalmente de forma declarativa, sin una articulación sistemática con objetivos ni mecanismos de evaluación, lo que incrementa el riesgo de una implementación simulada. Esta situación se observa en algunos programas educativos actualizados o de nueva creación en la Universidad Autónoma Chapingo, donde los criterios han sido incorporados al currículo, pero aún no se han traducido en procesos formales de medición y evaluación.

Desde la discusión, se identificó que no existen investigaciones empíricas previas orientadas específicamente a la medición y evaluación de los criterios transversales del SEAES, lo que refuerza el carácter exploratorio y conceptual de este estudio. El análisis de los programas educativos de la UACh muestra que la principal brecha no radica en la pertinencia de los criterios, sino en limitaciones conceptuales y metodológicas para precisar sus alcances y operacionalizarlos en prácticas evaluables dentro de las asignaturas. En este sentido, los resultados subrayan la necesidad de transitar de una integración documental a una integración evaluable, mediante referentes conceptuales que alineen normativa, currículo y evaluación institucional, evitando la simulación y fortaleciendo la excelencia educativa.

Normativa Currículo Evaluación	Define los criterios transversales y objetivos generales. Incorpora los criterios en el perfil de egreso y asignaturas. Detecta integración declarativa vs evaluable. Mecanismos de medición aún no implementados. Riesgo de implementación simulada.	Formación humanista integral e impacto social.

Figura 1. Marco conceptual para la integración de criterios transversales del SEAES en el currículo y evaluación institucional.
Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El análisis demuestra que los criterios transversales del SEAES, aunque normativamente claros, se integran en los programas educativos de la UACh de manera declarativa y sin mecanismos sistemáticos de evaluación, lo que aumenta el riesgo de implementación simulada. La principal brecha no está en su pertinencia, sino en la dificultad para operacionalizarlos en prácticas evaluables.

Este estudio subraya la necesidad de referentes conceptuales que alineen normativa, currículo y evaluación, garantizando un impacto real en la formación humanista y fortaleciendo la calidad educativa de las IES**.**

Literatura citada

Diario Oficial de la Federación. (2021). Ley General de Educación Superior. Gobierno de México. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lge/LGE_orig_30sep19.pdf

Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES). (2023). Marco general del SEAES. Secretaría de Educación Pública. https://educacionsuperior.sep.gob.mx/sites/default/files/2025-01/marco_gral_SEAES.pdf

Tobón, S., & Lozano-Salmorán, E. F. (2024). Socioformative pedagogical practices and academic performance in students: Mediation of socioemotional skills. *Heliyon*, 10, e34898. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34898

ESTRUCTURA Y DINÁMICA EN LA ASIGNACIÓN DE BECAS DE POSGRADO DE CHAPINGO (2012–2025)

Juan Carlos Hernández-Barboza[1*]; Saúl Ugalde-Lezama[2]

[1]Departamento de Fitotecnia. [2]Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo.

* al24620029@chapingo.mx

Introducción

El financiamiento público del posgrado constituye un instrumento estratégico para la formación de capital humano avanzado y el fortalecimiento del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en México (Didou Aupetit & Gérard, 2010). En años recientes, este esquema ha experimentado transformaciones derivadas de reformas institucionales y reconfiguraciones en la política científica nacional (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías [CONAHCYT], 2025), en un contexto marcado además por restricciones presupuestales y por los efectos asociados a la pandemia por COVID-19 (OECD, 2019; Ordorika, 2020).

En este escenario, la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), institución pública especializada en ciencias agronómicas, desempeña un papel relevante en la formación de recursos humanos altamente calificados. No obstante, existe limitada evidencia sistematizada sobre la evolución y estructura de la asignación de becas en esta casa de estudios. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar la estructura y dinámica de la asignación de becas de posgrado en la Universidad Autónoma Chapingo durante el periodo 2012–2025, mediante un enfoque descriptivo longitudinal.

Materiales y métodos

En enero de 2026 se consultaron las bases de datos públicas de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), correspondientes a becas nacionales otorgadas entre 2012 y 2025. Se integró una base depurada con registros exclusivos de la Universidad Autónoma Chapingo. Las variables analizadas incluyeron año de ejercicio, nivel académico (maestría, doctorado, posdoctorado), duración e inversión anual asignada. El análisis contempló: (a) evolución anual del número de becas; (b) distribución porcentual por nivel académico; (c) índice de continuidad directa maestría–doctorado; y (d) concentración del financiamiento por nivel. El índice de continuidad se estimó como la proporción de becarios que transitaron directamente de maestría a doctorado respecto al total de becarios únicos identificados.

Resultados y discusión

Evolución del número de becas. Entre 2012 y 2025 la UACh recibió 9,766 ejercicios becas. Se observó una tendencia creciente desde 659 apoyos en 2012 hasta un máximo de 789 en 2020. A partir de 2021 se registra una disminución sostenida, alcanzando 609 ejercicios en 2025. Este comportamiento coincide temporalmente con un periodo de reconfiguración de la política científica nacional y ajustes presupuestales en el sistema de educación superior (CONAHCYT, 2025 y 2026. La contracción posterior a 2020 puede interpretarse a la luz de los efectos estructurales derivados de la pandemia y de la reorganización institucional del sistema de ciencia y tecnología (Ordorika, 2020).

Distribución por nivel académico. La maestría concentró 5,756 becas (58.9 %), mientras que el doctorado representó 3,949 apoyos (40.4 %) y el posdoctorado 61 (0.6 %). Aunque la maestría predominó en número absoluto, el doctorado mostró un crecimiento sostenido hasta 2022, reflejando una tendencia hacia la consolidación de la formación avanzada, fenómeno consistente con patrones nacionales de fortalecimiento del nivel doctoral en las últimas décadas (Didou Aupetit & Gérard, 2010). La incorporación del posdoctorado en 2025 sugiere una incipiente

diversificación del esquema de apoyos y una alineación con tendencias internacionales de fortalecimiento de la investigación avanzada (OECD, 2019).

Continuidad formativa. De 3,745 becarios únicos identificados, 90 transitaron directamente de maestría a doctorado, lo que representa un índice de continuidad de 2.40%. Este resultado evidencia una limitada articulación vertical inmediata entre niveles formativos dentro de la institución. La literatura ha señalado que la transición directa entre niveles depende tanto de incentivos financieros como de condiciones estructurales del mercado académico (OECD, 2019).

Concentración del financiamiento. El financiamiento acumulado ascendió a $1,236,462,143.18. El doctorado concentró 52.2% del presupuesto total, la maestría 46.5% y el posdoctorado 1.3%. Aunque la maestría registró mayor número de apoyos, el doctorado absorbió la mayor proporción de recursos, evidenciando un proceso de doctoralización del gasto institucional. Este patrón refleja la priorización de la formación de capital humano altamente especializado, coherente con orientaciones estratégicas de política científica nacional orientadas al fortalecimiento de capacidades de investigación (CONAHCYT, 2026).

Conclusiones

La asignación de becas de posgrado en la Universidad Autónoma Chapingo mostró una expansión sostenida hasta 2020, seguida de una fase de contracción. Si bien la maestría concentró el mayor número de apoyos, el doctorado absorbió la mayor proporción del financiamiento, configurando una orientación presupuestal hacia la formación doctoral. El bajo índice de continuidad entre niveles formativos sugiere áreas de oportunidad en la articulación académica interna. En conjunto, los resultados permiten identificar patrones estructurales relevantes para el análisis institucional y la discusión sobre política de financiamiento al posgrado en México.

Literatura citada

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). (2025). Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021–2024. Gobierno de México. https://www.gob.mx/conahcyt

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). (2026). Marco de referencia para la evaluación y seguimiento de programas de posgrado presenciales. https://www.uv.mx/posgrado/files/2012/11/MARCO-DE-REFERENCIA-PNPC-V6.pdf

Didou Aupetit, S., & Gérard, E. (2010). El sistema mexicano de posgrado: expansión, diversificación y aseguramiento de la calidad. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). (2019). The future of Mexican higher education: Promoting quality and equity. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264309371-en

Ordorika, I. (2020). Pandemia y educación superior en México. *Revista de la Educación Superior*, 49(196), 1–8. https://doi.org/10.36857/resu.2020.196.11

MODELO DE TUTORÍA INTELIGENTE (MTI) EN UN CAMPUS VIRTUAL: CASO DE ESTUDIO EN LA UACh

Yschel Soto Espinoza[1]*, Rodolfo Alexandro Buendia Castro[2], Raúl Garrido Angulo[3]

Departamento de Preparatoria Agrícola[1], División de Ciencias Económico- Administrativas[2], [1]Universidad Autónoma Chapingo, Instituto Politécnico Nacional[3].

* ysotoe@chapingo.mx

Introducción

La Preparatoria Agrícola de la UACh recibe estudiantes de diversas regiones rurales y urbanas del país, lo que genera una brecha significativa en las competencias digitales y conocimientos básicos previos Actualmente (Anderson, 2003), el Campus Virtual funciona principalmente como un repositorio que carece de mecanismos de personalización que atiendan las necesidades individuales en el momento preciso del aprendizaje.

La convergencia entre la Inteligencia Artificial (IA) y los entornos virtuales de aprendizaje ha dado lugar a una transformación paradigmática en la educación (Siemens, 2024) e históricamente, el concepto de tutoría inteligente se cimentó en la premisa de que la tutoría uno-a-uno es el método más efectivo de enseñanza (Bloom, 1984) no obstante que la escalabilidad de este modelo fue limitada hasta la llegada de la analítica de aprendizaje (*Learning Analytics*). Así, el presente estudio propone la implementación y evaluación de un Modelo de Tutoría Inteligente (MTI) integrado en el campus virtual de la Universidad Autónoma Chapingo. Ante la necesidad de personalizar el aprendizaje, se plantea un enfoque mixto para medir el impacto de herramientas de analítica y tutoría automatizada ya que se busca determinar si el uso de *plugins* especializados en *Moodle* mejora el rendimiento académico (cuantitativo) y genera una experiencia de usuario satisfactoria (cualitativo).

Materiales y métodos

La presente investigación se justifica desde tres dimensiones fundamentales:

- Plano institucional: La UACh busca implementar un MTI en la Preparatoria Agrícola para optimizar los recursos docentes, permitiendo que el profesor se enfoque en la resolución de dudas complejas mientras el sistema atiende las necesidades de refuerzo básico (Luckin, 2025).
- Perspectiva pedagógica: De un modelo de uniforme se transita a uno de personalización masiva a través del (Vygotsky, 1978) en tiempo real (Gasevic et al., 2024).
- Dimensión tecnológica: El uso de plugins específicos de analítica en Moodle representa una innovación de bajo costo y alto impacto, lo que permite a la UACh capitalizar su infraestructura existente.

Ante la alta tasa de reprobación en materias de la Preparatoria Agrícola, el objetivo general de esta investigación es el evaluar la eficacia de un MTI basado en analítica de aprendizaje para mejorar el desempeño académico y la satisfacción de los estudiantes de la UACh a través de un diseño mixto concurrente con un alcance cuasi-experimental considerando pretest/postest con fase de Investigación-Acción para el ajuste del modelo. (Hernández, 2018).

La muestra está compuesta de manera azarosa por estudiantes de la PA de la UACh, dividida en dos grupos intactos (grupo control: educación virtual tradicional; grupo experimental: educación con MTI). En la fase cuantitativa analiza el rendimiento a partir del cual se utilizarán los registros de calificaciones y datos de interacción extraídos de Moodle, utilizando como variable independiente la implementación del MTI (Plugins de analítica y feedback automatizado y como variable dependiente a las calificaciones finales y la tasa de retención de conocimientos. En la fase cualitativa se aborda la satisfacción, es decir, se busca comprender la percepción del estudiante mediante la aplicación de la escala SUS (*System Usability Scale*) y grupos focales.

Las categorías serán la facilidad de uso, la utilidad percibida y la motivación intrínseca.

El procedimiento por seguir será:

1. Diagnóstico: Aplicación de pre-test de conocimientos en la materia seleccionada.
2. Configuración: Diseño de las rutas de aprendizaje inteligentes en el curso de Moodle.
3. Intervención: Desarrollo del semestre académico donde el grupo experimental recibe apoyo del MTI.
4. Recolección de Datos: Extracción de reportes de los plugins de analítica y aplicación de encuestas de satisfacción.
5. Análisis: Comparación estadística (Prueba t de Student o U de Mann-Whitney) para el rendimiento y análisis de contenido para la satisfacción.

Resultados parciales y discusión

Dado que la investigación actualmente se encuentra en marcha en una etapa inicial, el estudiantado reporta la identificación de patrones de comportamiento asociados al éxito académico mediante el uso de analítica (20%) y se ha encontrado un índice de satisfacción superior al 80% en cuanto a la utilidad del tutor virtual.

Conclusiones parciales

Se busca que los resultados de este estudio sirvan como referente para otros centros de enseñanza agrícola en América Latina que deseen migrar de una virtualidad pasiva a una proactiva, demostrando empíricamente cómo la analítica de aprendizaje puede traducirse en una mejora tangible del promedio general y con ello, en una reducción de la deserción escolar.

Literatura citada

Anderson, T. (2003). Modes of interaction in distance education: Recent developments and research questions. En M. G. Moore & W. G. Anderson (Eds.), *Handbook of Distance Education* (pp. 129-144). Lawrence Erlbaum Associates.

Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, *13*(6), 4-16.

Gašević, D., et al. (2024). The future of AI in LMS: From predictive to generative tutoring. *Computers & Education*, *210*.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

Luckin, R. (2025). *AI for educators: Enhancing human intelligence in the classroom*. Routledge.

Siemens, G. (2024). Connectivism and AI: Distributing cognition in virtual campuses. Learning Analytics Review.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

ESTRATEGIAS ANDRAGÓGICAS COMO INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA LA RESILIENCIA ANTE EL HUANGLONGBING EN LA HUASTECA MEXICANA

Jaime Eduardo Bravo-Calderón[1*]; José Martín Ibarra-Hernández[2]; Arturo Perales-Salvador[3]; Gustavo Almaguer-Vargas[3]; Olegario Santino[2].
[1, 2]Doctorantes, DICEA Universidad Autónoma Chapingo; [3] Universidad Autónoma Chapingo.
* jaime.bravo1203@gmail.com

Introducción

El Huanglongbing (HLB) o "dragón amarillo" representa la amenaza fitosanitaria más grave para la citricultura mexicana en el siglo XXI. Causada por la bacteria *Candidatus Liberibacte*r y dispersada por el vector *Diaphorina citri*, esta enfermedad ha provocado una caída drástica en la producción y calidad de los frutos, impactando la economía de miles de familias productoras. En México, se estima que el 65% de la superficie citrícola ya presenta afectaciones, lo que ha forzado una transformación en las prácticas agrícolas tradicionales.

Ante la ausencia de una cura definitiva, la respuesta institucional y técnica debe centrarse en la adaptabilidad del productor. Aquí es donde la andragogía surge como una innovación educativa fundamental. Definida como el arte y la ciencia de ayudar a los adultos a aprender, este enfoque se diferencia de la pedagogía al centrarse en la autonomía, la motivación intrínseca y la aplicación práctica e inmediata del conocimiento. La investigación propone que el extensionismo debe evolucionar de un modelo de transmisión vertical a uno de facilitación de aprendizaje horizontal, donde la experiencia previa del productor sea el eje de la innovación.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló bajo un diseño cualitativo y aplicado, enfocado en la intervención socio-tecnológica en 11 comunidades de la Huasteca Veracruzana e Hidalguense. La metodología se estructuró mediante el uso de fichas de secuencia didáctica, herramientas que permiten organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera modular y participativa.

El proceso se dividió en dos dimensiones críticas:
Dimensión Organizativa y Social: Se implementó un diagnóstico de valores sociales (confianza, reciprocidad y metas compartidas) seguido de talleres de desarrollo humano para fortalecer la cooperación frente al HLB.
Dimensión Tecnológica: Se realizaron diagnósticos técnicos y de manejo edáfico en las huertas. A partir de estos, se impartieron capacitaciones sobre control biológico (uso de Tamarixia radiata y hongos entomopatógenos), nutrición vegetal y manejo integrado de plagas.
Para evaluar el impacto, se aplicaron encuestas de línea base inicial y final, midiendo variables de adopción de innovaciones tecnológicas y cambios en los niveles de asociación social.

Resultados y Discusión

Los hallazgos revelan que el enfoque andragógico es efectivo incluso en poblaciones con barreras demográficas significativas. Los participantes mostraron una media de edad de 56 años y un 55.5% de escolaridad básica (primaria) completa o incompleta. A pesar de estas limitaciones, la capacitación participativa logró sensibilizar a los productores sobre la importancia de la ciencia aplicada.

Innovación y Adopción Tecnológica: El uso de metodologías horizontales facilitó un incremento notable en la adopción de prácticas sustentables:
Fertilización: Se registró un incremento del 61.71% en su adopción, validando la importancia de la nutrición para "convivir" con la bacteria.

Manejo de Plagas y Enfermedades: Un aumento del 41.16% en la implementación de estrategias fitosanitarias.
Control de Arvenses y Manejo Agronómico: Incrementos del 22.1% y 22.82% respectivamente.
Impacto Socioeconómico y Educativo: La intervención demostró que la educación de adultos puede generar réditos económicos tangibles. En la comunidad de H. Galeana, el incremento en el ingreso neto alcanzó los $145,011 MXN/año por hectárea, gracias a la optimización de insumos y mejora de la sanidad. Socialmente, el valor de asociación pasó de cero relacionamientos a una red de 63 interacciones coordinadas, lo que fortalece el capital social frente a crisis biológicas. La discusión subraya que el éxito financiero está supeditado a que el productor perciba una utilidad práctica inmediata para su economía familiar.

Conclusiones

La educación andragógica trasciende la simple transferencia de tecnología; se posiciona como una estrategia de resiliencia agrícola. Se concluye que el aprendizaje en adultos en contextos rurales debe ser un proceso continuo, empoderador y, sobre todo, contextualizado a las realidades geográficas y culturales de cada región.

La experiencia evidencia que la integración de aspectos tecnológicos con el fortalecimiento de valores sociales es la clave para una gestión sustentable del HLB. Es imperativo que el extensionismo en México transite hacia modelos de mediación que potencien la sabiduría acumulada del productor veterano, institucionalizando programas de formación que prioricen la autonomía y la autogestión comunitaria.

Literatura Citada

Aguilar Á. J., Altamirano C. J. R., & Rendón M.R. (2010). Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural.
Alix-Garcia, J., et al. (2018). Social learning in adaptive resource management.
Azofeifa-Bolaños, J. (2016). Evolución conceptual e importancia de la andragogía para la optimización del alcance de los programas.
Bové, J. M. (2006). Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus.
Gottwald, T. R. (2010). Citrus Huanglongbing: Status, distribution, and incidence.
Knowles, M. S. (1980). The modern practice of adult education: From pedagogy to andragogy.
Knowles, M. S., Holton III, E. F., & Swanson, R. A. (2015). The adult learner.
Medina, E., & Tobón, S. (2010). Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación.
Villar-Luna, H., et al. (2024). Economic and social impact of Huanglongbing on the Mexico citrus industry

ESTRATEGIAS PARA LIMITAR EMOCIONES NEGATIVAS EN RELACIÓN CON EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS

María Joaquina Sánchez-Carrasco[1*], Ma de Lourdes Aguilera-Peña[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo
* msanchezc@chapingo.mx

Introducción

Este resumen tiene relación con una investigación cualitativa que se realizó en 2022 con estudiantes de propedéutico, de la Universidad Autónoma Chapingo, a quiénes se les cuestionó, a través de Teams, sobre las emociones que les generaba el estudio de las matemáticas. A partir de entrevistas grupales, el alumnado manifestó emociones positivas como alegría, gusto, amor, y negativas como miedo, odio, enojo, indiferencia y vergüenza. Las emociones que dan a conocer los estudiantes están vinculadas con la facilidad o dificultad que representa la apropiación del conocimiento matemático; ello influye en el acercamiento o alejamiento, y en los afectos que se pueden generar en relación con la disciplina. En ese sentido, quienes suscribimos el documento no planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué estrategias de aprendizaje podrían desarrollar los estudiantes de bachillerato de la UACh para limitar las emociones negativas que genera la apropiación del conocimiento matemático?

Materiales y Métodos

La investigación fue de tipo cualitativo, basada en la investigación documental, la cual implica “un proceso sistemático de recopilación, organización y análisis de documentos y fuentes de información” (Cotrina, 2025, p. 5). Implica análisis de la información recopilada de fuentes primarias y secundarias; así como, sistematizar el conocimiento existente en torno al tema. A partir de este tipo de investigación, se tuvo acceso a fuentes bibliográficas, las cuales fueron analizadas en cuanto a contenido y pertinencia, y en relación con la pregunta de investigación.
En virtud de la importancia que tienen las emociones en el aprendizaje de asignaturas como las Matemáticas (M) se indagó, a nivel documental, qué estrategias se proponen para que los estudiantes desarrollen habilidades cognitivas y emocionales que les permitan limitar los efectos, que las emociones negativas ejercen en el aprendizaje de las M.

Resultados y discusión

Las emociones como fenómenos subjetivos, fisiológicos, motivacionales y comunicativos, de corta duración, que nos ayudan a adaptarnos a las oportunidades y desafíos que enfrentamos durante situaciones importantes de la vida (Reeve, 2003). Autores como Ellis y Beck sugieren que casi todas las emociones y conductas humanas son el resultado de lo que las personas asumen, piensan o creen (1977, como se citó en Lega *et al*., 2017).
Entre las estrategias que los estudiantes pueden desarrollar para gestionar emociones negativas destacan:
a) Aprendizaje Autorregulado: es un proceso de autodirección a través del cual se transforman aptitudes mentales en competencias académicas. La capacidad de aprender a aprender permite autonomía y adaptación a la cultura de aprendizaje. Con el AAR los estudiantes participan activamente en su proceso de aprendizaje, gestionan sus aptitudes mentales y competencias académicas, e incluso la autoevaluación (Padrón y Paredes, 2021).
b) El Aprendizaje Cooperativo: fomenta entre los estudiantes la competencia social, el respeto a la diferencia, el desarrollo del espíritu crítico que los lleva a ser solidarios y empáticos, e incrementa su rendimiento académico. El trabajo cooperativo también promueve la interdependencia positiva; la interacción entre estudiantes que trabajan de manera conjunta; la responsabilidad individual y grupal; el desarrollo de habilidades interpersonales y grupales; además, mejora el aprendizaje y la evaluación grupal permanente (Camillo, et al., 2020).

c) La Educación Emocional: contribuye a la formación integral de los estudiantes, puesto que además del desarrollo físico, intelectual, social y moral, se requiere el afectivo. De ahí que sea relevante promover el desarrollo de la Inteligencia Emocional, que conlleva la capacidad de reconocer, comprender y gestionar eficientemente las emociones, y de actuar sabiamente en las relaciones interpersonales (Cedeño, 2021). En ese tenor, la metacognición es relevante ya que contribuye a que el estudiante reflexione sobre sus pensamientos y la forma en que aprende las matemáticas (Ruiz y Soberanes, 2023).
d) Desarrollo del Sentido de Autoeficacia: consiste en mejorar la percepción que tiene el estudiante sobre sus capacidades de aprendizaje y el desempeño de tareas, lo cual repercute en los patrones de pensamiento y reacciones emocionales. Las creencias de los estudiantes sobre sus habilidades pueden provocar efectos de estrés, frustración, ansiedad, entre otras emociones negativas que impiden el logro de objetivos y metas, y el aprendizaje de matemáticas (Sotelo y Echeverría, 2021).

Conclusiones

Es importante que el estudiantado desarrolle habilidades de autogestión emocional, hasta donde le sea posible, ya que de ello depende la posibilidad de acceder a conocimientos de mayor nivel de abstracción y alcanzar éxito académico en la mayoría de las asignaturas, particularmente las M. Para ello, es necesario que, a partir de la asistencia y participación en programas psicoeducativos, desarrollen habilidades que les permitan hacer uso de estrategias relacionadas con inteligencia y educación emocional, aprendizaje autorregulado, hábitos de estudio, estilo de vida saludable, metacognición, autoeficacia y aprendizaje cooperativo.
Además, conviene considerar que la gestión emocional es multifactorial y no depende únicamente de las habilidades cognitivas y emocionales del individuo, sino también del contexto sociocultural en que éste se desarrolla, por lo cual el apoyo de padres y docentes es fundamental. También es fundamental llevar un estilo de vida saludable que implica alimentación, actividad física, descanso y recreación.

Literatura citada

Cotrina, M. (2025). Guía didáctica de investigación documental. Universidad de Cádiz.

Camillo, J., Cueva, F. y Vargas, I. (2020). Trabajo cooperativo y aprendizaje significativo en Matemática en estudiantes universitarios de Lima. *Educação & Formação*, *5*(3).

Cedeño-Tuarez, J., Miranda-Moreira, K. y Saltos-Intriago, C. (2022). Educación emocional para aprendizajes significativos. *Revista Científica Multidisciplinaria Yachasun*.

Lega, L., Sorribes, F. y Calvo, N. (2017). Terapia racional emotiva conductual. Una versión teórico-práctica actualizada. Paidós.

Padrón, M. y Paredes H. (15-19 noviembre de 2021). Aprendizaje autorregulado para mejorar la capacidad de aprender a aprender en alumnos de bachillerato de la materia de psicología. [Ponencia] XVI Congreso Nacional de Investigación Educativa, Puebla, Puebla.

Reeve, J. (2003). Motivación y emoción. McGraw-Hill.

CARTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN EN: EDUCACIÓN, AGROECOLOGÍAS Y SOBERANÍA ALIMENTARIA

Pio Giovanni Chavez-Segura[1*]
[1] Doctorado Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo.
* pio.giovanni.chavez@gmail.com

Introducción

El presente estudio tiene como objetivo realizar una cartografía del conocimiento en la intersección entre educación, agroecología y soberanía alimentaria. A través de un análisis bibliométrico y documental, se examinaron las trayectorias históricas y las prospectivas de estos campos a nivel global, permitiendo delimitar un objeto de estudio orientado a la identificación de equipos de investigación, tendencias emergentes, así como los actores e instituciones con mayor impacto en estas disciplinas. Los resultados preliminares revelan una producción académica en ascenso, a partir de la cual se consolidó una muestra representativa para un análisis sistemático. Este corpus documental constituye la base para generar aportes sustantivos al debate sobre la transformación de la educación agrícola en México, integrando una perspectiva crítica desde la investigación educativa. Los hallazgos revelan un crecimiento sostenido de producción de investigación en las temáticas de interés y procesos educativos, con relevancia de propuestas generadas por movimientos y organizaciones sociales. Contribuciones que desafían las fronteras del conocimiento convencional frente a crisis y emergencias locales-globales, subrayando la necesidad de incidir en políticas públicas agroalimentarias. Asimismo, se observa la consolidación de enfoques multi, inter y transdisciplinarios, lo que evidencia campos en expansión y con profunda vocación de transformación social.

Materiales y métodos

Con el propósito de sistematizar la configuración de los campos de producción de conocimiento asociados a la intersección: educación, agroecología y soberanía alimentaria, para fundamentar un marco teórico-metodológico que fortalezca la investigación educativa en estos ámbitos. Se implementó una exploración bibliométrica de alcance global, retomando pautas de la investigación educativa propuestas por Ariza, T., & Quevedo-Blasco, R. (2013), para determinar trayectorias, tendencias actuales y los enfoques prospectivos que rigen el curso de la producción científica asociada a estos campos de conocimiento; se delimitó un campo de observación mediante el análisis de redes de colaboración, autores de mayor impacto, países e instituciones líderes en la generación de conocimiento en educación, agroecología y soberanía alimentaria. Este análisis bibliométrico, retoma consideraciones sugeridas por Donthu, N., el al. (2021), aplicando: a. Implementación de mapeos generales y avanzadas en los buscadores bibliográficos avanzados, para obtener bases de datos y metadatos; b. Procesamiento de metadatos con el software VOSviewer, aplicando análisis para detectar autores de mayor impacto y temáticas articuladoras; c. Análisis y síntesis de resultados, para arribar a la conformación de cartografías del conocimiento retomando los planteamientos de Okada (2025), para visualizar producción de conocimiento en clave del estado del arte en la investigación relacionada a los tópicos de interés, las transformaciones en la educación agrícola.

Resultados y discusión

Este trabajo, forma parte de una investigación educativa más amplia, orientada al análisis crítico y sistematización colaborativa hacia la consolidación de modelos educativos innovadores.

Primera lente. De la Educación Agrícola en el Mundo: La educación agrícola a nivel global es un área articuladora de múltiples campos teórico-metodológicos que están en crecimiento y

tendencia; esto se corresponde con la necesidad de repensar los procesos educativos y sus propósitos.

Segunda lente. La educación agrícola en México desde el tamiz de la investigación educativa: Al revisar cuáles son las temáticas más relevantes encontramos que los estudios de educación agrícola superior o educación en ingeniería se muestra como un campo aislado; articulado a estudios de educación encontramos temáticas relevantes como el factor humano en la agricultura, estudios de género, ruralidad, campesinado, estatus educacional.

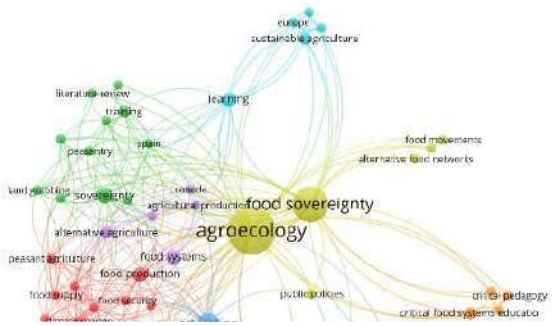


Figura 1. Visualización de tópicos articuladores en educación, agroecología y soberanía alimentaria

Tercera lente. Soberanía alimentaria y agroecología: Esta exploración permite indagar sistemáticamente sobre los tópicos de interés, realizando recortes sobre las temáticas, los gráficos generados permiten visualizar temáticas abordadas y sus nodos de confluencia.

Cuarta lente. Educación, Agroecología y Soberanía Alimentaria en México y la investigación educativa: Encontramos un crecimiento sostenido en las investigaciones de corte agroecológico en México, que se corresponden con la tendencia global, al articular diversas disciplinas, sectores y enfoques articulados en tres grandes nodos con interconexiones temáticas.

Conclusiones

Encontramos un papel clave de los movimientos sociales en la producción de conocimiento relacionado a la educación en agroecología para la soberanía alimentaria; esto se corresponde con acciones socioambientales antihegemónicas; en correspondencia con tendencias observadas directamente para el caso de México; existe un impulso a transformaciones en las políticas públicas agroalimentarias gestadas en la praxis de organizaciones de base comunitaria, redes, acciones colectivas que configuran diversas colaboraciones transdisciplinarias. Es decir, las agendas y trayectorias de impulso a las agroecologías para la soberanía alimentaria han logrado incidir en instancias educativas y públicas; así como en procesos culturales que inciden en la configuración territorial, de nuevas redes agroalimentarias e innovaciones educativas, que cobran sentido y fuerza a través de las formas de vida de pueblos que hoy conforman la nación mexicana; territorios que forman parte de los centros de origen, domesticación y diversificación agrícola a nivel mundial.

Literatura citada

Ariza, T., & Quevedo-Blasco, R. (2013). Análisis bibliométrico de la revista de investigación educativa (2000-2012). *Revista de Investigación Educativa*, 31(1), 31-52.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. 10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Okada, A. (2025). Knowledge Cartography. In: Knowledge Cartography for Young Thinkers. Advanced Information and Knowledge Processing. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54677-8_1

DESARROLLO DE MÓDULO EXPERIMENTAL CON ESP32 Y R PARA ANÁLISIS DIDÁCTICO DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Guadalupe Olmedo-Obrero[1*] · Armando Martínez-Valdez[1] ·Gilberto Osorio-Roque[1] · Walter Torrestiana-González[1]·Wenceslao Cuauhtémoc Bonilla-Blancas[2] ·

[1]División de Ingeniería Mecánica, Mecatrónica e Industrial, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. [2]Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.
* guadalupe-olmedo@tese.edu.mx

Introducción

El control preciso de la temperatura es un factor determinante en los procesos de deshidratación de alimentos, ya que influye directamente en la cinética de secado, la calidad del producto final y la eficiencia energética. Diversos estudios han demostrado que el comportamiento térmico en cámaras de secado puede describirse mediante modelos dinámicos de primer orden, en los cuales la constante de tiempo térmica caracteriza la inercia del sistema y su respuesta transitoria (Ramírez *et al*., 2023). En la actualidad, la integración de tecnologías basadas en Internet de las Cosas (IoT) mediante microcontroladores de bajo costo como el ESP32 facilita la adquisición y transmisión de datos en tiempo real, permitiendo el monitoreo remoto y el análisis experimental de variables térmicas (Boné Andrade *et al*., 2022). En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivos evaluar el comportamiento térmico de un volumen cerrado con características similares a una cámara de deshidratación, ajustar los datos experimentales a un modelo matemático de primer orden y demostrar la aplicación pedagógica del sistema de monitoreo utilizando tecnologías modernas.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en un espacio cerrado de características geométricas y volumétricas similares a una cámara de deshidratación. Se aplicó una fuente de calor de potencia constante y se registró la evolución de la temperatura interna respecto al tiempo. El sistema de medición estuvo conformado por un sensor digital de temperatura, un microcontrolador ESP32 con conectividad WiFi, una red inalámbrica para transmisión de datos y una computadora para recepción, almacenamiento y análisis. El microcontrolador fue programado para realizar lecturas de temperatura a intervalos regulares, transmitir los datos vía internet y registrar la información en formato digital para su posterior procesamiento.

Los datos experimentales fueron exportados y procesados utilizando el ambiente de programación R, versión 4.3.1 (R Core Team, 2023). Se realizó un ajuste no lineal de los datos al modelo térmico de primer orden descrito por la Ley de calentamiento/enfriamiento de Newton:

$$T(t)=T_{amb} + (T_f - T_{amb})(e^{-kt})$$

Donde:

Tamb. es la temperatura ambiente,

Tf. temperatura final

k. constante de enfriamiento o calentamiento

t. tiempo

Resultados y discusión

Los datos experimentales mostraron un incremento progresivo de la temperatura interna hasta alcanzar un valor de equilibrio estable, consistente con el comportamiento típico de sistemas

térmicos de primer orden. El modelo exponencial ajustado (Temperatura(tiempo)= 12.13+(90.3-12.13)*(1-e $^{(-0.003414*t)}$) describió adecuadamente la evolución temporal de la temperatura (Figura 1). Esto significa que el sistema alcanza el 63.2% del cambio total de temperatura en aproximadamente 293 segundos, indicando una respuesta térmica moderadamente lenta, coherente con un volumen cerrado con cierta inercia térmica. La gráfica muestra que la temperatura se estabiliza cerca de los 500 segundos, lo que concuerda con este valor. No se detectaron oscilaciones significativas en el régimen permanente, lo que evidencia estabilidad térmica bajo las condiciones experimentales establecidas. Estos resultados demuestran que el sistema de monitoreo basado en ESP32, junto con el procesamiento en R, permite caracterizar con precisión la respuesta térmica de volúmenes cerrados, validando su aplicación tanto en investigación como en entornos educativos.

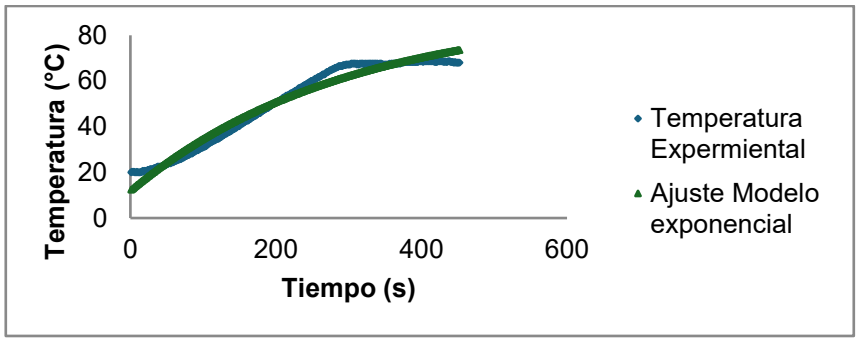


Figura 1. Comportamiento térmico experimental y ajuste de modelos exponencial para la cámara de deshidratación

Conclusiones

El sistema de monitoreo basado en IoT, implementado con un microcontrolador ESP32 y procesamiento en R, permitió caracterizar satisfactoriamente el comportamiento térmico de un volumen cerrado con características similares a una cámara de deshidratación. Los datos experimentales confirmaron que la dinámica de calentamiento sigue un modelo de primer orden, validando la aplicación de este modelo para describir sistemas térmicos simples. Desde una perspectiva pedagógica, la integración de instrumentación electrónica, programación, comunicaciones inalámbricas y modelado matemático demostró ser una estrategia efectiva para fortalecer competencias en ingeniería térmica y análisis de datos. Se concluye que la metodología desarrollada es viable tanto para aplicaciones de investigación como para entornos educativos, y sienta las bases para futuros estudios orientados al control automatizado de procesos de deshidratación.

Literatura citada

Ramírez, J. D. A., Mamani, J. H., Gamarra, J. E. M., Calsina, B. P. C., Hancco, F. J. M., Miranda, G. F. R., Paravicino, F. C. O., Vargas, F. T. C., Cruz, H. J. P., & Flores, V. C. F. (2023). Modelos dinámicos para la microbiología predictiva. Editora Científica Digital. https://doi.org/10.37885/231014631

Boné Andrade, M. F., Rodriguez Vizuete, J. D., Mora Olivero, A. P., & Sosa Calero, S. M. (2022). Sistema de monitoreo de temperatura y humedad en el hogar aplicando IoT de bajo costo. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 3(2).

R Core Team. (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. https://www.r-project.org/

PROGRAMA DE FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DOCENTE. SEGUIMIENTO Y RESULTADOS

José Ramón Soca-Cabrera [1]; Nadia Rosa Chaviano-Rodríguez [2]
[1-2] - Dirección General Académica. Universidad Autónoma Chapingo.
Correo: jsocac@chapingo.mx

Introducción

El siglo XXI requiere de un profesorado que comprenda la realidad de su contexto y construya una nueva forma de concebir el aprendizaje (Imbernón, 2020). Los procesos de formación y actualización docente deben ser el punto de partida para la realización de ejercicios reflexivos, encaminados a mejorar la actividad académica en las instituciones de educación superior. La actualización docente permite afrontar la complejidad de esta tarea donde los profesores deben erigirse en intelectuales transformadores (Giroux, 1990), para incidir en la formación humanista integral de sus estudiantes.

El Programa Institucional de Formación y Actualización Docente (PIFAD) se instaura desde la Subdirección de Planes y Programas de Estudio (SPPE), adscrita a la Dirección General Académica (DGA) en la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), y está alineado con la Ley General de Educación (2019) y la Ley General de Educación Superior (2021), donde se destaca la urgencia de la profesionalización docente. Se tomaron, además, en consideración el Estatuto de la Universidad Autónoma Chapingo (2024), el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2009-2025, la misión, visión y Modelo Educativo de la Institución (MEUACh).

La profesionalización docente requiere de procesos de formación permanente, sistemáticos y conscientes (Rodríguez *et al*., 2020), así como de la actitud favorable del profesorado y de las autoridades de la Institución. El PIFAD tiene un periodo de seguimiento que implica la recogida de datos para la mejora continua. El objetivo de la presente investigación fue analizar los principales resultados de la implementación del PIFAD en la II semana de actualización docente del ciclo 2025-2026. El estudio se orientó a la siguiente hipótesis: la implementación del PIFAD en la UACh propicia la profesionalización docente.

Materiales y métodos

La investigación es cualitativa, descriptiva y documental. La investigación descriptiva se caracteriza por describir los aspectos de la realidad a estudiar con el fin de comprenderla de manera más exacta. La investigación documental tiene su esencia en el uso de fuentes externas para apoyar el argumento de un trabajo académico. En el presente estudio se utilizó el análisis de documentos como técnica que aportó informaciones valiosas en el proceso investigativo. Se analizaron documentos oficiales, así como toda la documentación relacionada con los cursos impartidos en la segunda semana de actualización docente del ciclo escolar 2025 - 2026 (planeación de los cursos, listas de asistencia, profesores acreditados, etc.). En general, la revisión bibliográfica realizada fue amplia y se priorizaron artículos científicos publicados en los últimos diez años que se aproximaban al objeto de estudio desde distintas perspectivas.

Resultados y discusión

Entre los principales resultados de la investigación, se destacan los siguientes:

Se impartieron 31 cursos para el personal académico, con un incremento de 4 cursos (13%) con respecto al mismo periodo del ciclo anterior (enero de 2025).
Atendiendo los diferentes ejes del PIFAD, los cursos se distribuyeron de la siguiente manera: cursos para la formación didáctico-pedagógica -12, cursos para la formación en tecnología educativa - 5, cursos para la formación en desarrollo humano – 3, cursos para la formación

disciplinar y profesional – 7, cursos para la formación en gestión educativa – 1, curso para la formación en la investigación – 1, y curso para la formación en tutorías - 2. En el eje formación en educación ambiental no se programó ningún curso, a diferencia del periodo enero de 2025 donde se impartió al menos uno. Este aspecto debe considerarse en la planeación de la próxima semana de capacitación por el impacto que tiene en la formación humanista integral de los estudiantes. La planeación de 12 cursos en el eje formación didáctico-pedagógica confirma aspectos señalados por varios autores (Imbernón, 2020; Rodríguez et al., 2020) acerca de la necesidad de complementar la formación inicial del docente mediante los procesos de capacitación y actualización docente.

En los cursos participaron 657 profesores, lo que representa un incremento del 4.8% con respecto al periodo de enero 2025. Del total de docentes participantes, 495 pertenecen al género masculino (75.3%) y 162 pertenecen al género femenino (24.7%). En cuanto a la modalidad para tomar los cursos, 466 profesores asistieron de manera presencial -71% y 168 docentes los tomaron en línea o híbrida -29%. Este elemento tuvo un incremento del 24% con respecto al periodo anterior de enero 2025, constituyendo un aspecto significativo para la planeación de la capacitación porque potencia la virtualidad educativa en la UACh, así como la cantidad de docentes que pueden participar desde unidades foráneas.

Los cursos fueron impartidos por 21 instructores de los cuales 16 pertenecen a la UACh (77% del total). Como en el periodo enero 2025, este aspecto constituye una fortaleza de la Institución a la hora de programar la capacitación del personal académico, con vistas a la profesionalización docente.

Los cursos que tuvieron una mayor asistencia fueron: “Capacitación para la planeación y desarrollo de la autoevaluación de programas educativos de tipo superior” con la participación de 41 profesores de DICIFO e Irrigación, impartido en línea; en segundo lugar, el curso “Perfil de egreso y rasgos formativos mínimos para la sociedad actual en programas educativos de la Licenciatura de la DICEA” con 34 docentes, de manera presencial y; en tercer lugar, “Estrategias individuales y grupales para la tutoría” (turno matutino) con 30 participantes presenciales.

Conclusiones

La investigación permitió analizar los resultados de la implementación del PIFAD en la semana de enero 2026 con vistas a la mejora continua. Como fortalezas se presentan: incremento en la cantidad de cursos (13%) y participantes (4.8%) con respecto al periodo enero 2025; mayor cantidad de cursos híbridos y/o virtuales (24%) para propiciar la participación de las unidades académicas foráneas. Se confirma que la implementación del PIFAD propicia la profesionalización docente en la UACh y, por consiguiente, se incide en la formación humanista integral de los estudiantes.

Literatura citada

Giroux, H. A. (1990). Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje. Ediciones Paidós.

Imbernón, F. (2020). Desarrollo personal, profesional e institucional y formación del profesorado. Algunas tendencias para el siglo XXI. *Revista Qurriculum*, 33, 49-67. http://www.ub.edu/obipd/desarrollo-personal-profesional-e-institucional-y-formacion-del-profesorado-algunas-tendencias-para-el-siglo-xxi/

Rodríguez, M., Aparicio, J. J. y Abraham, C. (2020). Formación permanente del profesorado. Fundamentos pedagógicos, líneas estratégicas y acciones formativas para lograr un profesorado de calidad. Ediciones Pirámide, Madrid.

Capítulo 10. Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua

DESARROLLO DE PLATAFORMA SATELITAL INTEGRADA PARA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Javier de Jesús Correa-Islas[1*]; Manrrubio Muñoz-Rodríguez[1]; Enrique Genaro-Martínez[1]

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo.
* al24610383@chapingo.mx

Introducción

La creciente disponibilidad de datos satelitales abiertos ha ampliado las posibilidades de monitoreo agrícola; sin embargo, su aprovechamiento efectivo en México continúa limitado por barreras técnicas relacionadas con procesamiento geoespacial, interoperabilidad de datos y modelación agronómica. La agricultura de precisión requiere sistemas que integren información multifuente en entornos accesibles y escalables. El objetivo del presente trabajo fue diseñar y construir una plataforma web integrada que permita procesar, modelar y visualizar datos satelitales aplicados a la gestión parcelaria, calidad de suelo y riesgo hídrico, justificando su pertinencia en la Mesa de Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua.

Materiales y métodos

Se diseñó una arquitectura de tres capas: interfaz React, servidor Node.js con API REST y base de datos geoespacial PostgreSQL. El procesamiento remoto se ejecuta mediante Google Earth Engine (GEE), permitiendo acceso en tiempo real a imágenes Sentinel-2 (10 m), modelo digital de elevación SRTM (30 m), precipitación CHIRPS (~5.5 km), evapotranspiración ERA5-Land y FAOWaPORv3.

El flujo automatizado recibe polígonos en formato GeoJSON, ejecuta consultas espaciales, calcula índices espectrales (NDVI, EVI, SAVI, NDWI, NDRE), integra el modelo FAO-56 para estimación de lámina de riego y ejecuta modelación hidrológica mediante Método Racional y ecuación de Manning, clasificando peligrosidad con el índice h×v para distintos periodos de retorno. La validación incluyó comparación con cálculos independientes y medición de tiempos de respuesta.

Resultados y discusión

La plataforma integró datos multifuente en un entorno unificado sin requerimientos de infraestructura local. Para parcelas menores a 50 ha, el tiempo promedio de respuesta fue inferior a 30 s. La arquitectura modular mejoró estabilidad y escalabilidad, mientras que la interoperabilidad mediante GeoJSON aseguró compatibilidad con SIG externos.

La integración de modelos agronómicos e hidrológicos dentro del mismo flujo automatizado redujo errores asociados al procesamiento manual. La plataforma se encuentra operativa y disponible para pruebas funcionales en línea (https://agrisat-ciestaam.com), permitiendo validar su desempeño en escenarios reales.

Conclusiones

La construcción de la plataforma demostró la viabilidad técnica de integrar datos satelitales abiertos, modelos agronómicos e hidrológicos dentro de una arquitectura web escalable y funcional basada en computación en la nube. La estructura modular permitió desacoplar procesamiento geoespacial y visualización, favoreciendo estabilidad operativa y eficiencia en el manejo de múltiples solicitudes simultáneas.

El sistema genera análisis parcelarios automatizados con tiempos de respuesta adecuados y consistencia espacial verificable mediante comparación con cálculos independientes. La interoperabilidad mediante formatos geoespaciales estándar garantiza compatibilidad con sistemas de información geográfica externos.

La integración de índices espectrales, estimación de lámina de riego y modelación de riesgo hídrico en un flujo unificado confirmó la factibilidad de consolidar procesos tradicionalmente ejecutados de manera independiente en un solo entorno tecnológico. Estos resultados evidencian que la plataforma constituye una base tecnológica funcional para aplicaciones de agricultura de precisión en el contexto agrícola mexicano.

Literatura citada

FAO. (2020). *WaPOR v3 database methodology: Level 1 data products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—A new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2, 150066. https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66

IPCC. (2021). Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.

Ramsbottom, D., Floyd, P., & Penning-Rowsell, E. (2006). Flood risks to people: Phase 2. FD2321/TR1. Defra/Environment Agency. London, United Kingdom.

Wei, X., Xie, B., Wan, C., Song, R., Zhong, W., Xin, S., & Song, K. (2024). Enhancing soil health and plant growth through microbial fertilizers: Mechanisms, benefits, and sustainable agricultural practices. Agronomy, 14, 609. https://doi.org/10.3390/agronomy14030609

DELIMITACIÓN DE ZONAS DE MANEJO EN PARCELA DE MAIZ

Gilberto de Jesús López-Canteñs[1*]; Canek Mota-Delfin[1]; Eugenio Romantchik-Kriuchkova[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
* alelopez10@hotmail.com

Introducción

La transformación de la agricultura actual incluye tanto el manejo agronómico como la integración de tecnologías innovadoras para maximizar la producción y calidad de los productos cosechados, así como minimizar el impacto sobre el medio ambiente. Para ello, se debe caracterizar la variabilidad espacial de las parcelas agrícolas para establecer estrategias de manejo por sitio específico, según corresponda. La variabilidad espacial de las propiedades del suelo y las características de los cultivos varía en escala desde una sola planta hasta escenarios mayores. La clave para la gestión eficiente de los recursos en una parcela es comprender los patrones y procesos de la variabilidad espacial (Srinivasan, Shashikumar y Singh, 2022).

Existen diferentes técnicas para evaluar la variabilidad espacial en una parcela, incluyendo la geoestadística, el aprendizaje automatizado y los sistemas de información geográfica (Filintas et al., 2023). Las variables del suelo, cultivo y conformación de las parcelas evaluadas pueden ser cartografiadas a diferentes distancias (Han, et al., 2024). Los mapas de distribución espacial resultantes ayudan en la gestión correcta de las parcelas. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es proponer una metodología para la caracterización de la variabilidad espacial de una parcela agrícola mediante el uso de un dron con sensor multiespectral y técnicas de clasificación no supervisada, con el fin de optimizar el manejo de los recursos y minimizar el impacto ambiental.

Materiales y Métodos

Sitio Experimental

La parcela seleccionada tiene 4.5 hectáreas, los suelos tienen una composición franco-arenoso y franco-arcilloso, ubicado en las coordenadas geográficas 19°29'02"N, 98°53'43"W. La semilla sembrada fue maíz de la variedad Ocelote, utilizado principalmente como forraje, con distancia entre surcos de 80 cm y separación entre plantas de 15 cm.

Obtención de datos espectrales

Se utilizó el dron Mavic 3 equipado con cámara multiespectral y, estación base rtk. La planificación del vuelo se realizó con el software DJI Pilot 2 y los parámetros fueron: altura 50 m, traslape frontal de 80%, lateral de 70%, en posición Nadir. Para georreferenciar las imágenes aéreas se utilizó una estación móvil GNSS de alta precisión D-RTK 2.

Procedimiento fotogramétrico

Las 1084 fotografías fueron procesadas con el software Pix4D Mapper, realizándose la orientación interna y externa y, posteriormente, la generación de los mapas de reflectancia de las bandas espectrales, así como el ortomosaico. A partir de los mapas de reflectancia, y utilizando el software ArcGIS Pro, se calculó el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

Delimitación espacial de la parcela

Para el análisis de la variabilidad espacial del NDVI en la parcela, se utilizó el programa MZA que utiliza un algoritmo de agrupamiento no supervisado fuzzy c-means que asigna la información del campo a clases similares, o zonas de manejo potenciales. El algoritmo intenta localizar soluciones mínimas a la función objetivo suma dentro de los grupos ponderados de errores cuadráticos:

$$\mathbf{J}_m\left(\mathbf{U}, v\right) = \sum_{k=1}^{n} \sum_{i=1}^{c} \left(u_{ik}\right)^m \left(d_{ik}\right)^2$$

Donde: m = exponente de difusidad ($1 \leq m < \infty$), u_{ik} = matriz de pertenencia difusa que consiste en valores de pertenencia a cada clúster y $(d_{ik})^2$ = la distancia al cuadrado en el espacio de características entre la matriz de datos y la matriz centroide de conglomerados. Los parámetros iniciales fueron los siguientes: medida de similaridad mediante el método euclidiano, exponente de difusidad de 1.30, número máximo de iteraciones de 300 y criterio de convergencia de 0.0001.

Resultados y Discusión

Estadística descriptiva de los datos de NDVI

El total de datos obtenidos en la parcela, a una resolución espacial de 3.08 cm/píxel, superó los 36 millones, por lo que se realizó un remuestreo a 1.0 m, quedando un total de 35 698 datos. Los parámetros estadísticos del NDVI remuestreado fueron: media de 0.79, desviación estándar de 0.069, coeficiente de variación de 8.77%, valor mínimo de 0.285 y valor máximo de 0.906, lo que indica la existencia de variabilidad en los valores del índice de vegetación dentro de la parcela.

Zonas de manejo en la parcela

La metodología seguida para la identificación de la variabilidad en la parcela se muestra en la Figura 1. Para ello, se realizó un levantamiento fotogramétrico de la parcela y se obtuvieron los mapas de reflectancia y, el NDVI. Se minimizaron los ruidos del mapa NDVI aplicando un filtrado suavizado de 3x3 y se realizó la conversión a una base de datos puntual para su agrupamiento en clases (Figura 2). En la zona de estudio se evaluaron diferentes agrupamientos, de 2 a 6 clases, encontrándose que según el análisis de los índices de entropía y de funcionamiento difuso, los menores valores correspondieron a la clasificación de los valores de NDVI en dos clases. Finalmente, en el Sistema de Información Geográfica se delimitaron las zonas para el manejo por sitio especifico de la parcela (Figura 3).

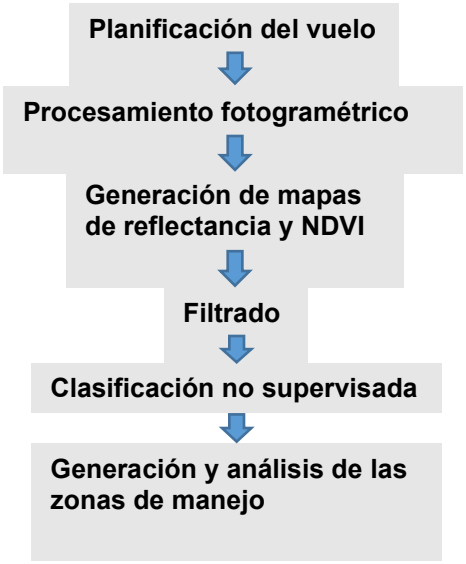


Figura 1. Secuencia metodológica para zonificación

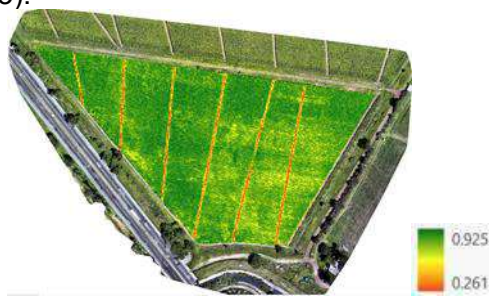


Figura 2. Mapa NDVI con remuestreo.

Figura 3. Delimitación de zonas de manejo.

Conclusiones

Se presenta una metodología para caracterizar la variabilidad espacial de una parcela integrando tecnología de drones, índice de vegetación y algoritmo de clasificación no supervisada, obteniéndose dos clases bien definidas. Es importante mencionar que las zonas muy pequeñas no se consideraron diferentes debido a la dificultad para un manejo diferenciado.

Literatura citada

Srinivasan, R.; Shashikumar, B.N.; Singh, S.K. (2022). Mapping of soil nutrient variability and delineating site specific management zones using fuzzy clustering analysis in eastern coastal region, India. *Journal of the Indian Society or Remote Sensing* 50(3):533-547.

Filintas, A.; Gougoulias, N.; Kourgialas, N.; Hatzichristou, E. (2023). Management soil zones, irrigation and fertigation effects on yield and oil content of *Coriandrum sativum* L. using precision agriculture with fuzzy k-means clustering. *Sustainability* 15, 13524.

SOFTWARE PARA LA MEDICIÓN DE ÁREA FOLIAR EN IMÁGENES DIGITALES MEDIANTE UN PATRÓN DE CALIBRACIÓN

Canek Mota-Delfin[1*]; Gilberto de Jesús López-Canteñs[1]; Irineo Lorenzo López-Cruz[1]; Agustín Ruiz-García[1]; Juan Carlos Olguín-Rojas[1]; Eugenio Romantchik-Kriuchkova[1]

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México Texcoco km. 38.5, Chapingo, México. C.P. 56230.

[*] kincanekmd@gmail.com

Introducción

El área foliar es un parámetro fisiológico relacionado con procesos esenciales como la fotosíntesis, la transpiración, la respiración y la acumulación de biomasa en las plantas (Suarez et al., 2025). Asimismo, es la base para el cálculo del índice de área foliar (IAF), definido como el área total de las hojas por unidad de superficie de suelo, porque es ampliamente utilizado como indicador para el monitoreo del crecimiento, desarrollo y estado fisiológico de diversos cultivos (Koyama, 2023). Sin embargo, los métodos de medición del área foliar suelen ser laboriosos, costosos o requieren de equipo especializado. Entre estos destacan dispositivos comerciales como el medidor portátil CI-203 (CID Bio-Science, Camas, WA, USA) y el equipo Li-1300 (LI-COR, Lincoln, NE, USA), los cuales, aunque ofrecen alta precisión, presentan limitaciones asociadas a su elevado costo y disponibilidad. Ante estas limitaciones, diversas investigaciones han propuesto métodos basados en el procesamiento digital de imágenes mediante cámaras de bajo costo, que incluyen etapas de adquisición de imágenes, segmentación de las hojas y comparación con un patrón de referencia para estimar el área foliar (Koyama, 2023; Olivoto, 2022). Estos métodos generalmente requieren que la imagen sea capturada de manera perpendicular al plano de la hoja, lo que limita su aplicabilidad en condiciones prácticas. En este contexto, el presente trabajo propone el desarrollo de una herramienta de código abierto implementada en Python que automatiza la determinación del área foliar mediante un proceso de autocalibración utilizando un patrón de referencia con marcadores ArUco, el cual puede ser impreso en diferentes tamaños.

Materiales y métodos

Se empleó un patrón impreso de calibración que integra cuatro marcadores ArUco (DICT_5X5_50) ubicados en las esquinas de formatos de hoja estándar ISO, considerándose una referencia con área conocida en cm² especificada por el usuario. Las imágenes se capturaron con una cámara Canon Rebel T100 y un objetivo de distancia focal ajustable de 18–55 mm, a una altura variable de 1 a 1.7 m, asegurando que los cuatro marcadores estuvieran dentro del encuadre y manteniendo una inclinación del eje de toma menor a 30° respecto al plano. Para evaluar la herramienta, se adquirieron imágenes de cuadrados con área conocida distribuidos aleatoriamente sobre un patrón en formato A2, manteniéndose plano mediante un cristal transparente. El software se desarrolló en Python utilizando OpenCV para el procesamiento de imágenes y CustomTkinter para la interfaz gráfica (Figura 1). En cada imagen se detectaron automáticamente los marcadores ArUco y sus cuatro esquinas; en caso de detección incompleta, estas se corrigieron manualmente mediante la interfaz. Con las esquinas detectadas se estimó un cuadrilátero externo del patrón, a partir del cual se calculó una homografía $H \in \mathbb{R}^{3\times3}$que

relaciona el plano del patrón con la imagen, $\tilde{x}' \sim H\tilde{x}$, utilizando el algoritmo RANSAC con un umbral de reproyección de 2 píxeles. La imagen se rectificó mediante la función warpPerspective, obteniendo una vista perpendicular que reduce la distorsión por perspectiva.

Sobre la imagen rectificada se realizó la segmentación mediante el índice de Exceso de Verde (ExG) para resaltar la vegetación, y el índice de Exceso de Rojo (ExR) para incluir regiones con tonalidades amarillentas. La máscara final de la hoja se obtuvo como la unión de ambas regiones. Las áreas correspondientes a los marcadores se proyectaron mediante la homografía y se excluyeron de la máscara para evitar su contabilización. El área foliar en píxeles se calculó como la suma de los píxeles clasificados como hoja. Finalmente, el área foliar en unidades físicas se obtuvo mediante un factor de conversión basado en el área conocida de los marcadores de referencia, permitiendo expresar el resultado en cm².

Figura 1: Interfaz gráfica diseñada.

Resultados y discusión

La evaluación se realizó con 66 imágenes y se obtuvo un Error Absoluto Medio de 3.95 cm² y Raíz del Error Cuadrático Medio de 4.66 cm², lo que indica una buena exactitud del método en relación con la magnitud de las áreas evaluadas que fueron de 472.392 y 336.29 cm². El Bias de −0.89 evidencia una ligera tendencia a la subestimación, mientras que la desviación estándar del error de 4.58 cm² refleja una variabilidad moderada.

Conclusiones

La herramienta desarrollada permite estimar el área foliar con buena exactitud mediante autocalibración con marcadores ArUco y procesamiento digital de imágenes. Su bajo costo, automatización y carácter de código abierto la convierten en una alternativa frente a equipos especializados para aplicaciones de investigación y análisis del crecimiento vegetal.

Literatura citada

Olivoto, T. (2022). Lights, camera, pliman! An R package for plant image analysis. *Methods in Ecology and Evolution*, 13(4), 789–798. https://doi.org/10.1111/2041-210x.13803

Koyama, K. (2023). Leaf area estimation by photographing leaves sandwiched between transparent clear file folder sheets. *Horticulturae*, 9(6), 709. https://doi.org/10.3390/horticulturae9060709

Suarez, E., Blaser, M., & Sutton, M. (2025). Automating leaf area measurement in citrus: The development and validation of a Python-based tool. *Applied Sciences, 15*(17), 9750. https://doi.org/10.3390/app15179750

PRECISIÓN DE SENSORES DE BAJO COSTO PARA MONITOREO CLIMÁTICO EN UN SECADOR SOLAR TIPO INVERNADERO

Baltazar López-Velasco[1]*; Agustín Ruiz-García[1]; Fernando Jose Meraz-Corona[1]

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Carretera México-Texcoco km 38.5, Texcoco, Edo. de México, C.P. 56230, MÉXICO.
* baltazarlv@outlook.com

Introducción

La medición precisa del clima en secadores solares tipo invernadero (SSTI) es fundamental debido a la naturaleza intermitente de la radiación solar, factor principal que determina el funcionamiento del SSTI e impacta directamente en la calidad de los productos agrícolas deshidratados. El monitoreo de variables como la temperatura del producto (T_p), la temperatura (T_a) y la humedad relativa del aire de deshidratado (HR_a), evita el sobrecalentamiento que destruye vitaminas y enzimas, preservando atributos sensoriales como el color, sabor y aroma (Benlioğlu *et al*., 2023). Además, la adquisición de datos posibilita la implementación de arquitecturas de control automático basadas en la Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en ingles), que ayudan al manejo eficiente del sistema, mejoran la calidad del producto, reducen el tiempo de deshidratado y el consumo de energía auxiliar (Abdenouri *et al*., 2022; Aumporn *et al*., 2021). El objetico de este estudio fue evaluar el funcionamiento de sensores de bajo costo comparándolos con sensores robustos para el monitoreo del clima en un SSTI.

Materiales y métodos

Se realizó un experimento en estado de no-carga en el interior de un SSTI, del 7 al 10 de febrero de 2026 comenzando a las 10:30 h y concluyendo a las 17:54 h. Se colocaron dos sensores de T_a y RH_a SHT35 (Sensirion; precisión ± 0.1 °C y ± 1.5 %, resolución 0.01 °C y 0.01 %), así como un sensor DHT22 (modelo AM2302, precisión ± 0.5 °C y ± 2 %, resolución 0.1 °C y 0.1) conectados a un ESP32. Como referencia se utilizó un sensor HygroVue™10 (Campbell Scientific; precisión ± 0.1 °C y ±1.5 %, resolución 0.001 °C y 0.001 %) conectado a un datalogger CR1000X. Los sensores se protegieron de la radiación solar con un tubo de PVC de 0.5 m de longitud recubierto de aluminio (Erell *et al*., 2005). Las señales generadas por los sensores se almacenaron cada diez segundos. Adicionalmente, la T_a se midió con un termopar tipo T marca Omega, conectado a un ESP32. Como referencia se utilizó el mismo termopar conectado a un datalogger CR1000. En este caso, la información se guardó cada minuto y no se empleó protección contra radiación solar debido al diámetro reducido del sensor. Las estadísticas de ajuste utilizadas para evaluar el funcionamiento de los sensores fueron: el coeficiente de determinación (R^2) y la raíz del error cuadrático medio (RMSE).

Resultados y discusión

La Figura 1a y 1b muestra la comparación entre la T_a y HR_a medida por los sensores SHT35, DHT22 e HygroVue™10. Los sensores de bajo costo muestran una buena calidad en la medición de la temperatura (RMSE < 0.72 °C y R^2 > 0.9976), mientras que para la medición de la humedad relativa los sensores SHT35 obtuvieron un mejor rendimiento (RMSE < 1.4212 °C y R^2 > 0.9904), respecto al sensor DHT22 (RMSE < 2.76 y R^2 > 0.9709). Por lo que, los sensores SHT35 resultan más recomendables para el monitoreo de T_a y RH_a que el sensor DHT22. Por otro lado, la comparación entre el termopar tipo T conectado al ESP32 y el conectado al datalogger CR1000 presentó un ajuste de R^2 = 0.9747 y un RMSE = 2.5334 °C. La principal diferencia en la medición se observa cuando la temperatura disminuye debido al encendido de los extractores, que podrían

ocasionar ruido en las mediciones (Figura 1c). Esto sugiere que la aplicación de un filtro de señal podría mejorar la calidad de la información registrada.

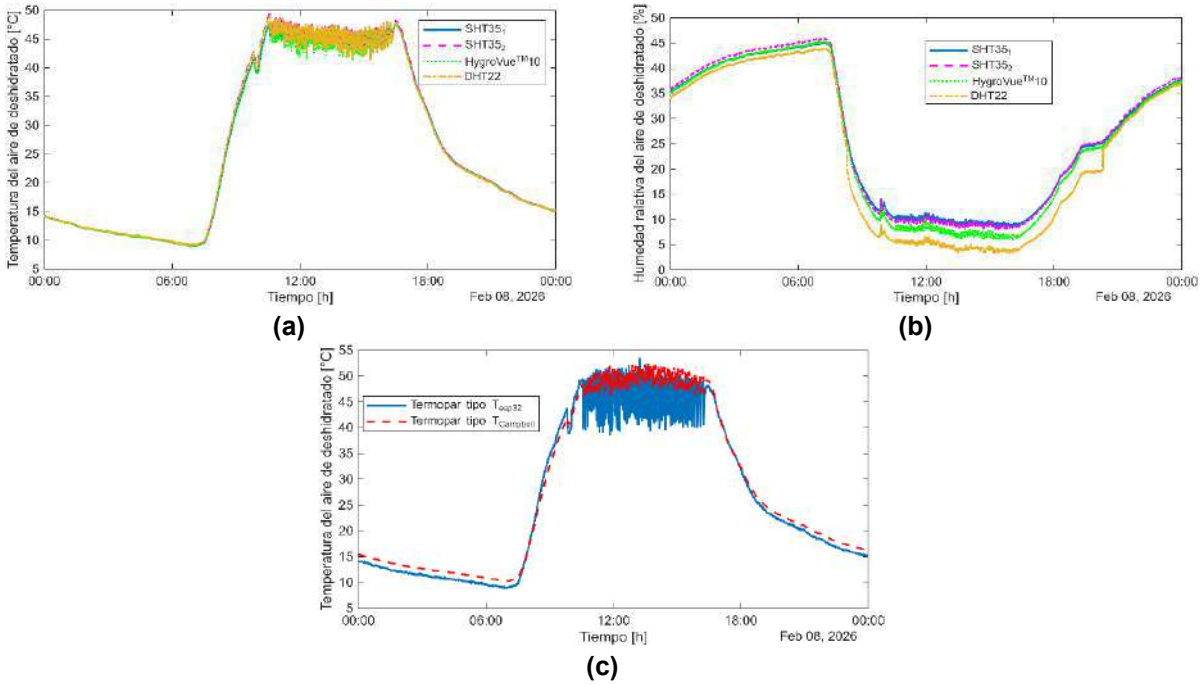


Figura 1. Comparación entre a) la temperatura (T_a) y b) humedad relativa del aire de deshidratado (HR_a) medida por los dos sensores SHT35, el sensor DHT22 y el sensor HygroVue™10, c) la T_a medida por el termopar de tipo T conectado al ESP32 y el conectado al datalogger CR1000.

Conclusiones

De acuerdo con los índices estadísticos los sensores SHT35 y DHT22 son soluciones factibles para la medición de T_a. Sin embargo, para la medición de la RH_a se recomienda utilizar sensores SHT35, ya que ofrecen una mejor calidad de medición. En las mediciones con el termopar tipo T, se recomienda identificar el ruido generado durante la activación de los extractores de aire e implementar filtrado de señal para reducir la incertidumbre en los datos.

Literatura citada

Abdenouri, N., Zoukit, A., Salhi, I., & Doubabi, S. (2022). Model identification and fuzzy control of the temperature inside an active hybrid solar indirect dryer. *Solar Energy*, *231*, 328–342. https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.11.026

Aumporn, O., Wattan, R., Pattarapanitchai, S., Sangsan, M., & Janjai, S. (2021). Study of Large-scale Solar Dryers Equipped with Monitoring and Control Systems for Banana Drying. *Journal of Renewable Energy and Smart Grid Technology*, *16*(2), 1–16.

Benlioğlu, M. M., Karaağaç, M. O., Ergün, A., Ceylan, İ., & Ali, İ. H. G. (2023). A detailed analysis of a novel auto-controlled solar drying system combined with thermal energy storage concentrated solar air heater (CSAC) and concentrated photovoltaic/thermal (CPV/T). *Renewable Energy*, *211*, 420–433. https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.04.108

Erell, E., Leal, V., & Maldonado, E. (2005). Measurement of air temperature in the presence of a large radiant flux: an assessment of passively ventilated thermometer screens. *Boundary-Layer Meteorology*, *114*(1), 205–231. https://doi.org/10.1007/s10546-004-8946-8

ALGORITMO DE CAPTURA DE IMÁGENES DE LA GEOMETRÍA DEL BULBO HUMEDO EN RIEGO POR GOTEO

Irouri Cristóbal-Muñoz[1]*; Jorge Víctor Prado-Hernández[2]; Noé Velázquez-López[3]; David Cristóbal-Acevedo[2]; Mauricio Carrillo-García[3]; Mario Alberto Vázquez-Peña[3].

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, [2]Departamento de Suelos, [3]Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México Texcoco km. 38.5, Chapingo, México. C.P. 56230.
* irouri.cristobal.munoz@gmail.com

Introducción

El sistema de riego por goteo representa una herramienta fundamental para la utilización eficiente de los recursos hídricos. Mediante un diseño meticuloso y un funcionamiento óptimo del sistema, es posible lograr una mejora significativa en la eficiencia del riego, lo que a su vez conduce a un incremento en el rendimiento agrícola (Kilic, 2020). Para aprovechar plenamente el potencial que ofrece esta tecnología, es necesario optimizar su diseño y operación a partir de información experimental confiable y sin alteraciones. En este sentido, diversos investigadores han realizado experimentos de riego por goteo en ambientes controlados, obteniendo resultados satisfactorios mediante el uso de modelos físicos con paredes transparentes, los cuales permiten observar en tiempo real los patrones de humedecimiento de sistemas de riego de fuente puntual sin alterar físicamente el suelo durante las mediciones (Cristóbal-Muñoz et al., 2022). No obstante, en muchos estudios la adquisición y el análisis de esta información resultan procesos tediosos y prolongados, debido a que varias etapas se realizan de forma manual (Prado-Hernández et al., 2022). Por ello, el objetivo de esta investigación fue desarrollar un algoritmo de captura de imágenes de la geometría del bulbo húmedo en riego por goteo, basado en visión por computadora, con el fin de eficientizar y facilitar la adquisición de información de los patrones de humedecimiento.

Materiales y Métodos

Se adaptó la metodología utilizada por Velázquez-López (2011) para la detección de cenicilla en rosa mediante procesamiento de imágenes por computadora, a la metodología empleada por Cristóbal-Muñoz et al. (2022) para la obtención del patrón de humedecimiento en riego por goteo, utilizando un modelo físico con paredes transparentes. Para la adquisición de imágenes se empleó una cámara web HD C270 Logitech, con resolución de 720p, y una computadora portátil Vivobook ASUS X1502VA equipada con un procesador Intel Core i7. El desarrollo del algoritmo se realizó en el entorno Microsoft Visual Studio Community 2026, utilizando la biblioteca OpenCV versión 4.12.0. La evaluación del desempeño del algoritmo se llevó a cabo con base en los criterios establecidos por Prado-Hernández et al. (2022), considerando las limitaciones reportadas en los métodos convencionales para la medición de patrones de humedecimiento en riego por goteo.

Resultados y Discusión

En la Figura 1 se presenta el funcionamiento del algoritmo de captura de imágenes de la geometría del bulbo húmedo en riego por goteo, a partir de un diagrama de flujo. Los resultados obtenidos en la implementación del algoritmo en condiciones de laboratorio fueron satisfactorios, de acuerdo con los criterios propuestos por Prado-Hernández et al. (2022).

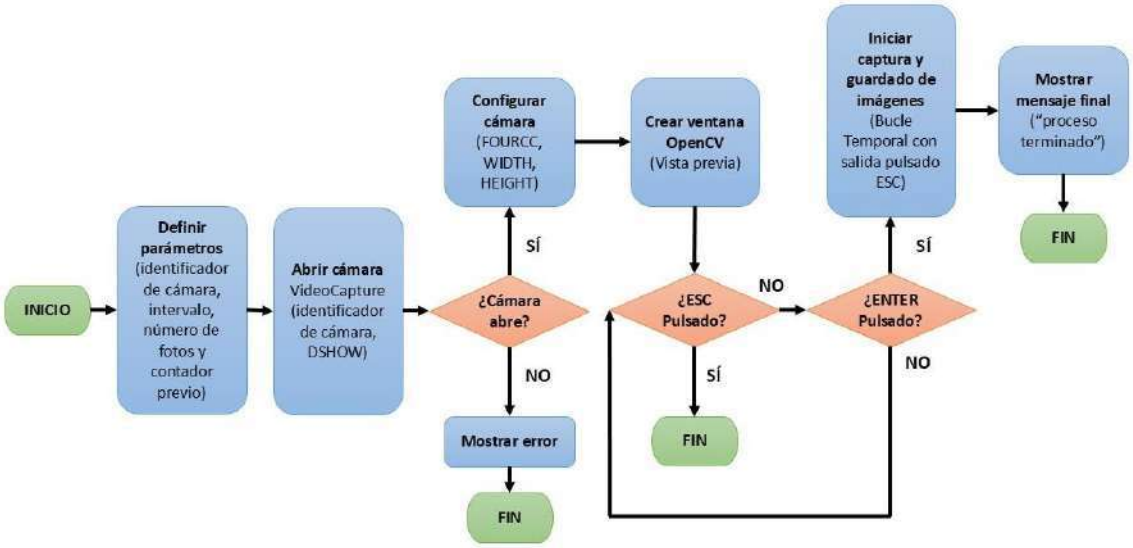


Figura 1. Diagrama de flujo del algoritmo de captura de imágenes.

Se observó un incremento en la precisión y exactitud de las mediciones, debido a la reducción de la intervención humana durante el proceso de captura. Asimismo, se facilitó el procesamiento posterior de la información, ya que los avances del frente de humedecimiento se obtuvieron directamente en formato digital, lo que representa una ventaja significativa frente a los métodos manuales que requieren una digitalización posterior.

Conclusiones

Se desarrolló exitosamente un algoritmo de captura de imágenes de la geometría del bulbo húmedo en riego por goteo, basado en visión por computadora, el cual permite eficientizar y facilitar la adquisición de información de los patrones de humedecimiento. La implementación de nuevas tecnologías en la resolución de problemáticas agrícolas resulta relevante, ya que contribuye a la optimización de procesos y al fortalecimiento de la toma de decisiones técnicas.

Literatura citada

Cristóbal-Muñoz, I., Prado-Hernández, J. V., Martínez-Ruiz, A., Pascual-Ramírez, F., Cristóbal-Acevedo, D., & Cristóbal-Muñoz, D. (2022). An improved empirical model for estimating the geometry of the soil wetting front with surface drip irrigation. *Water*, 14(11), 1827. https://doi.org/10.3390/w14111827

Kilic, M. (2020). A new analytical method for estimating the 3D volumetric wetting pattern under drip irrigation system. *Agricultural Water Management*, 228, 105898. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105898

Prado Hernández, J. V., Cristóbal Muñoz, I., Velázquez López, N., & Cristóbal Acevedo, D. (2022). Dispositivo y método para medir con visión artificial la geometría del bulbo húmedo en riego por goteo (Solicitud de patente mexicana No. MX/a/2022/012646). Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. https://vidoc.impi.gob.mx/visor?usr=SIGA&texp=SI&tdoc=E&id=MX/a/2022/012646

Velázquez-López, N., Sasaki, Y., Nakano, K., Mejía-Muñoz, J. M., & Romanchik Kriuchkova, E. (2011). Detección de cenicilla en rosa usando procesamiento de imágenes por computadora. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(2), 151-160.

VARIABILIDAD TEMPORAL DE ÍNDICES DE VEGETACIÓN DE IMÁGENES MULTIESPECTRALES UAV

Alvaro Murguia-Cozar[*1]; Gilberto de Jesús López-Canteñs[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua.
Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, México, C. P. 56230, México.
* al22120251@chapingo.mx

Introducción

El monitoreo de cultivos mediante imágenes multiespectrales obtenidas a partir de vehículos aéreos no tripulados (UAV por sus siglas en inglés) ha experimentado un crecimiento exponencial en la última década, consolidándose como una herramienta clave en la agricultura de precisión y la gestión de recursos naturales. La alta resolución espacial, la flexibilidad operativa y la posibilidad de adquirir datos en momentos específicos del ciclo fenológico han permitido el uso extensivo de índices de vegetación derivados de bandas espectrales en el visible, infrarrojo cercano y borde rojo para evaluar vigor, estrés hídrico, estado nutricional y productividad potencial de los cultivos (Zhang et al., 2025).

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) es el principal índice que se ha aplicado en el monitoreo de la eficiencia de riego, predicción de evapotranspiración, distribución de malezas, salinidad del suelo, contenido de proteínas, rendimiento de cultivos, estatus nutricional de los cultivos, plagas y enfermedades, área foliar, fenología de cultivos entre otras aplicaciones (Zhang et al., 2025). Dada la importancia de este índice se debe de asegurar que este sea obtenido con la mayor precisión y fiabilidad posible, por lo que se deben aplicar las calibraciones correspondientes que aseguren una buna calidad de los datos. Como lo expresan Pompa García et al. (2024), el NDVI varía durante el día en arboles forestales por lo que es necesario identificar, ¿cuál es el mejor horario para realizar los vuelos UAV?, en este sentido en la presente investigación se realizó un estudio para determinar la variabilidad del NDVI durante un día sobre parcelas de maíz con la finalidad de determinar el horario optimo de vuelo.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en la tabla 1 del campo experimental San Juan de la Universidad Autónoma Chapingo durante el ciclo agrícola 2024 (ver **Figura 1**). Se realizaron vuelos con un dron DJI Mavic 3 Multiespectral a una altura de 120m sobre tres parcelas sembradas con maíz (3 has). Se ejecutaron diez vuelos a cada hora desde las 8:00 a las 17:00 el 10 de noviembre de 2024. Los vuelos fueron complementados con una antena D-RTK2 para corregir en tiempo real la posición del dron y obtener mapas de reflectancia alineados.

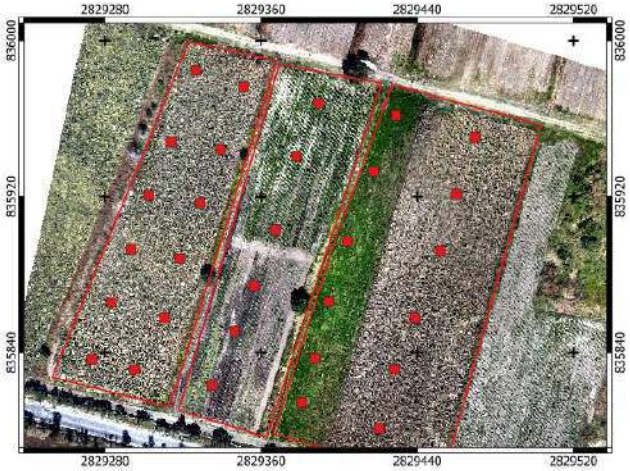


Figura 1. Área de estudio.

Los vuelos fueron procesados en Pix4d mapper para generar los mapas de reflectancias y posterior a ello los índices NDVI, con la ecuación (1), para cada vuelo mediante el software Qgis versión 3.40. Para analizar la variabilidad temporal del NDVI se generó una capa vectorial con 30 polígonos cuadrados de 5m para extraer la media de los valores de NDVI contenidos dentro de cada polígono. Se obtuvieron promedios por hora de vuelo y se graficaron los valores de NDVI para conocer el comportamiento del índice, asimismo aplicó un análisis de varianza para corroborar significancia entre los valores promedio de NDVI por hora.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \qquad (1)$$

Resultados y discusión

La Figura 2 muestra la evolución horaria del NDVI, donde se observan valores reducidos al inicio y al final del día, asociados probablemente a bajos ángulos solares y mayor presencia de sombras. El análisis de varianza de una vía aplicado a todas las horas evaluadas (8:00–17:00) arrojó un estadístico F = 7.91 con un p-valor = 1.87×10^{-10}, lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre al menos dos intervalos horarios. Estos resultados evidencian que el NDVI promedio varía significativamente a lo largo del día cuando se consideran todas las horas de adquisición.

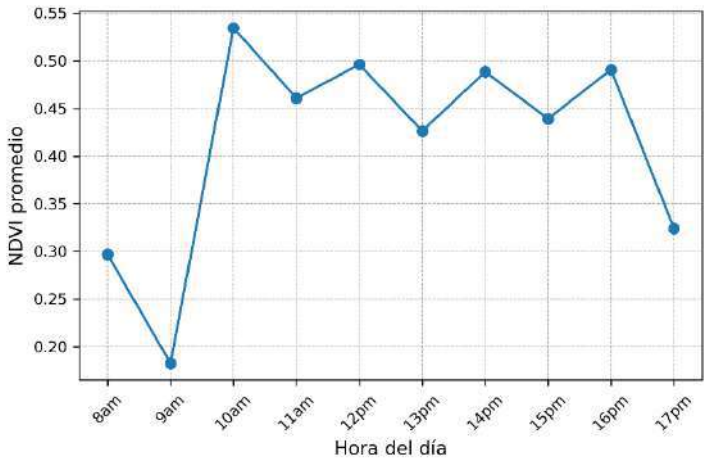


Figura 2. Evolución horaria del NDVI.

Se excluyeron las horas 8:00, 9:00 y 17:00 y se realizó un nuevo ANOVA para el intervalo 10:00–16:00. El resultado (F = 1.05; p = 0.393) indicó ausencia de diferencias significativas, evidenció estabilidad del NDVI en este rango, lo que respalda este intervalo de tiempo para las adquisiciones UAV.

Conclusiones

El índice NDVI mostró estabilidad estadística entre 10:00 y 16:00 horas por lo que se recomienda ejecutar adquisiciones UAV a fin de minimizar variabilidad radiométrica.

Literatura citada

Pompa García, M., Sigala Rodríguez, J. Á., Vivar Vivar, E. D., Rodríguez Flores, F. de J., & Rascón Solano, J. (2024). Diurnal Change of NDVI from UAV in Trees of a Temperate Unavenged Forest Stand. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *15*(82), 50–68. https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i82.1431

Zhang, S., Wang, X., Lin, H., Dong, Y., & Qiang, Z. (2025). A review of the application of UAV multispectral remote sensing technology in precision agriculture. *Smart Agricultural Technology*, 12, 101406. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101406

SISTEMA DE MONITOREO DE RIEGO POR GOTEO A PARTIR DE VISIÓN ARTIFICIAL

Irouri Cristóbal-Muñoz[1]*; Jorge Víctor Prado-Hernández[2]; Noé Velázquez-López[3]; David Cristóbal-Acevedo[2]; Mauricio Carrillo-García[3]; Mario Alberto Vázquez-Peña[3].

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, [2]Departamento de Suelos, [3]Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México Texcoco km. 38.5, Chapingo, México. C.P. 56230.
* irouri.cristobal.munoz@gmail.com

Introducción

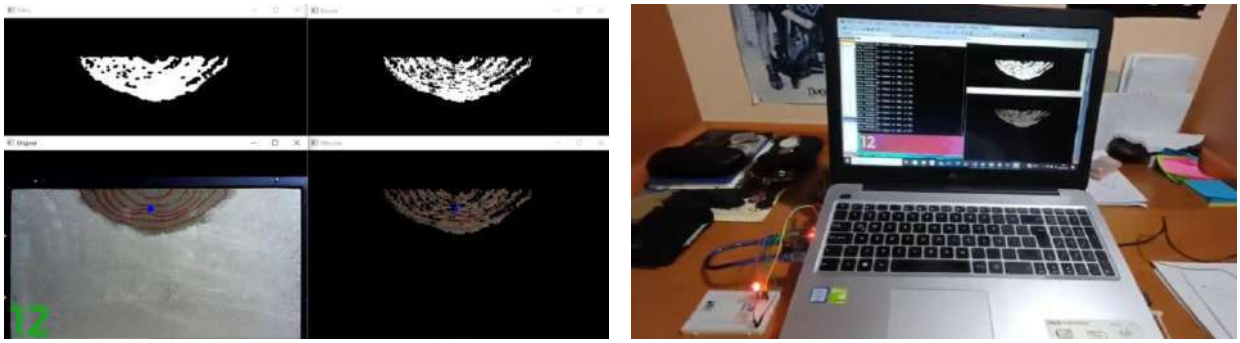
La técnica de riego por goteo se utiliza actualmente en muchas partes del mundo. El objetivo de este método de riego es suministrar agua a un volumen limitado de suelo dentro de la zona de absorción radicular activa, mejorando así la utilización de nutrientes y la eficacia en el control de plagas y enfermedades. Aprovechar las ventajas que ofrece esta técnica requiere conocimientos y experiencia distintos a los requeridos en otros métodos de riego, los cuales, de no considerarse, pueden generar sistemas con diseño y operación deficientes (Cristóbal-Muñoz, 2022). Un aspecto importante en la operación del riego por goteo es el monitoreo de su funcionamiento, ya que si el volumen de humedecimiento no cubre adecuadamente la zona radicular, la producción del cultivo puede verse comprometida, especialmente si esta situación ocurre en múltiples emisores. Sin embargo, el monitoreo manual del funcionamiento del riego por goteo resulta complejo, principalmente debido a la gran cantidad de emisores por unidad de superficie (Prado-Hernández et al., 2022). Por ello, el objetivo de esta investigación fue desarrollar un sistema de monitoreo de riego por goteo basado en visión artificial, con el fin de facilitar y optimizar la supervisión del correcto funcionamiento del riego.

Materiales y Métodos

Se tomó como referencia la propuesta de Prado-Hernández et al. (2022), en la que se desarrolla un dispositivo y método para medir la geometría del bulbo húmedo mediante visión artificial. Al dispositivo y al software propuestos por dichos autores se les realizaron modificaciones. Se acoplaron al dispositivo un Arduino UNO y una serie de LEDs para configurar el prototipo del sistema de monitoreo de riego por goteo basado en visión artificial. Para la adquisición de imágenes se utilizó la metodología descrita por Cristóbal-Muñoz (2022). Asimismo, se empleó una cámara web HD C270 Logitech, con resolución de 720p, y una computadora portátil Vivobook ASUS X1502VA equipada con un procesador Intel Core i7. Las modificaciones al software se realizaron en el entorno Microsoft Visual Studio Community 2026, utilizando la biblioteca OpenCV versión 4.12.0. Adicionalmente, se incorporó el cálculo del área de mojado y su centro de gravedad.

Resultados y Discusión

En la Figura 1A se muestra la identificación de la geometría del bulbo húmedo y el cálculo del centro de gravedad del área de mojado realizado por el sistema. En la Figura 1B se muestra la activación de un LED cuando el bulbo húmedo alcanza una magnitud determinada en su área y el centro de gravedad se mantiene en una posición adecuada. Esto representa una herramienta útil para la automatización y optimización de procesos; por ejemplo, permitiría apagar la bomba que alimenta el sistema de riego o cerrar la tubería lateral cuando el bulbo alcance un área determinada o cuando se deforme debido a alguna falla en el sistema.



A) **B)**

Figura 1. Sistema de monitoreo de riego por goteo basado en visión artificial; A) identificación de la geometría del bulbo húmedo y cálculo del centro de gravedad, y B) activación de una serie de LEDs para comunicación con el usuario sobre el funcionamiento del riego.

En términos de precisión y exactitud, se obtuvieron resultados similares a los reportados por Velázquez-López (2011) en una aplicación agrícola de procesamiento de imágenes en invernadero. Se utilizó el espacio de color HSV; los umbrales determinados para esta aplicación fueron: H = 2–37, S = 33–255 y V = 42–125.

Conclusiones

Se desarrolló un sistema de monitoreo de riego por goteo basado en visión artificial, el cual permite facilitar y optimizar la supervisión del correcto funcionamiento del riego. El sistema se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, por lo que será necesario ampliar la información mediante diferentes pruebas experimentales y optimizar su diseño para diversas condiciones de operación en campo. La implementación de nuevas tecnologías en la resolución de problemáticas agrícolas resulta relevante, ya que contribuye a la optimización de procesos y al fortalecimiento de la toma de decisiones técnicas.

Literatura citada

Cristóbal-Muñoz, I. (2022). Modelación de la geometría del bulbo de mojado en riego por goteo superficial. Tesis de Maestría, Posgrado de Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/123456789/1722

Prado Hernández, J. V., Cristóbal Muñoz, I., Velázquez López, N., & Cristóbal Acevedo, D. (2022). *Dispositivo y método para medir con visión artificial la geometría del bulbo húmedo en riego por goteo* (Solicitud de patente mexicana No. MX/a/2022/012646). Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. https://vidoc.impi.gob.mx/visor?usr=SIGA&texp=SI&tdoc=E&id=MX/a/2022/012646

Velázquez-López, N., Sasaki, Y., Nakano, K., Mejía-Muñoz, J. M., & Romanchik Kriuchkova, E. (2011). Detección de cenicilla en rosa usando procesamiento de imágenes por computadora. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(2), 151-160.

MODELACIÓN DINÁMICA DE LA CAPTACION DE ENERGIA EN COLECTORES SOLARES DE TUBOS DE VACIO

José Eduardo Rosales-Vicelis[1]; Efren Fitz-Rodríguez[1*], Luis Javier Luis-Luis[1]; Jorge Antonio Peña-Chavez[1], Irineo Lorenzo López-Cruz[1]; Raquel Salazar-Moreno[1]

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco. 56230. Chapingo, Estado de México.

* efitzr@chapingo.mx

Introducción

La modelación matemática resulta un componente indispensable en la optimización y el control de sistemas energéticos. Debido a que los análisis estáticos no logran capturar la respuesta temporal ante perturbaciones diversas, el modelado dinámico se vuelve esencial para predecir el comportamiento del sistema y poder desarrollar modelos de control bajo simulación (Robledo, M. et al., 2011). En consecuencia, se propone desarrollar un modelo dinámico orientado a la implementación de estrategias de control eficientes en la captación de energía térmica para su posterior utilización en la calefacción del ambiente de un invernadero.

Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero del Laboratorio de Modelación y Automatización de Biosistemas de la Universidad Autónoma Chapingo. Se evaluó un sistema de calefacción solar compuesto por 10 colectores de tubos de vacío (distribuidos en dos líneas paralelas de cinco unidades en conectadas en serie) y acoplados a un tanque de almacenamiento de agua de una capacidad de 10,000 litros. Para la monitorización del sistema, se instalaron sensores de temperatura PT100 en puntos específicos: uno a la salida del tanque, cinco a la salida de los colectores y tres en el perfil vertical del tanque para evaluar gradientes térmicos. Asimismo, el sistema cuenta con una bomba presurizadora y un sensor de flujo volumétrico; estando todos los instrumentos de medición conectados a un registrador de datos CR1000 (Campbell Sci., Logan UT, EE. UU.).

El balance de energía en cada colector solar y en el tanque de almacenamiento (asumiendo un mezclado homogéneo) se describe por las siguientes ecuaciones diferenciales y de radiación incidente sobre cada colector (Robledo, M. et al., 2011, Kalogirou, 2024):

$$C_{c_i}\frac{dT_{c_i}}{dt} = A_{c_i}G\eta_i - \dot{m}_c c_w\left(T_{c_i} - T_{c_{in_i}}\right) - A_{c_i}U_C(T_m - T_a)$$

$$C_s\frac{\mathrm{d}T_s}{\mathrm{d}t} = 2 * \dot{m}_c c_w(T_s - T_{c_5}) - U_s A_s(T_s - T_a)$$

$$G = GB \cdot RB$$

Cuadro 1 . Parámetros, variables y constantes físicas del modelo dinámico

Símbolo	Valor	Unidad	Nombre
C_{c_i}	5000	$\mathrm{J\ K^{-1}}$	Capacidad térmica del i-ésimo colector
C_s	3.767 x 10^7	$\mathrm{J\ K^{-1}}$	Capacidad térmica del almacenamiento
A_{c_i}	2.8	$\mathrm{m^2}$	Area efectiva del i-ésimo colector
η_i	0.65	-	Eficiencia del i-ésimo colector
U_C	6.0	$\mathrm{Wm^{-2}K^{-1}}$	Coeficiente global de perdidas en el colector
U_s	1.0	$\mathrm{Wm^{-2}K^{-1}}$	Coeficiente global de perdidas en el almacenamiento
RB	1.1	-	Factor de radiación del cuerpo inclinado
c_w	4186	$\mathrm{Jkg^{-1}K^{-1}}$	Calor específico del agua
A_s	27.756	$\mathrm{m^2}$	Area del almacenamiento
T_{c_i}	variable	°C	Temperatura del agua a la salida del i-ésimo colector
T_s	variable	°C	Temperatura del agua en el tanque de almacenamiento
T_a	variable	°C	Temperatura ambiente
G	variable	$\mathrm{Wm^{-2}}$	Radiación incidente sobre el colector inclinado
GB	variable	$\mathrm{Wm^{-2}}$	Radiación incidente horizontal
$\dot{m}_c$	variable	$\mathrm{kg\ s^{-1}}$	Flujo masico en el sistema

Resultados y discusión

El comportamiento de los colectores está completamente dominado por la estrategia de control ON/OFF de la bomba. Durante los ciclos de apagado, el agua estancada absorbe la radiación y se calienta velozmente, mientras que, al encenderse, el flujo provoca caídas drásticas de temperatura. Esta respuesta matemática instantánea genera un RMSE alto (12 a 15 °C) al compararlo con los datos experimentales, ya que los sensores miden la temperatura en momentos específicos, generando un desfase en el tiempo entre el pico predicho por el modelo y el pico real medido.

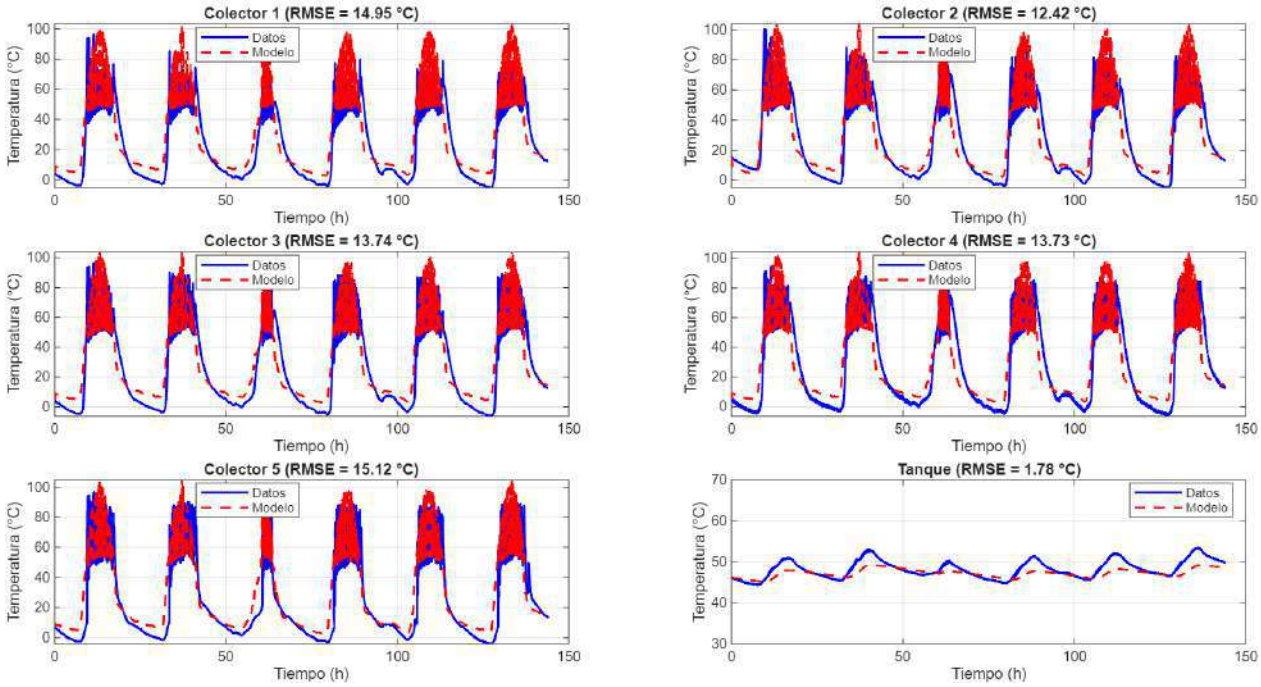


Figura 3. Comparación de la simulación del modelo dinámico en MATLAB con los datos registrados a la salida de cada uno de los colectores solares y en el tanque de almacenamiento.

En contraste, en el tanque de almacenamiento, el modelo es más preciso, logrando un RMSE de 1.78 °C, y una curva de temperatura muy estable. Sin embargo, el modelo asume una mezcla perfecta (comportamiento homogéneo), lo que puede estar generándose un error ya que la comparación se está realizando contra el promedio de tres mediciones en el tanque.

Conclusiones

Aunque el modelo captura adecuadamente el balance energético general del sistema, presenta discrepancias importantes en la dinámica de los colectores. Por ello, es necesario someterlo a un proceso de calibración. Previo a este ajuste, será fundamental realizar un análisis de sensibilidad global para identificar con precisión qué parámetros (como las capacidades térmicas o los coeficientes de pérdidas) tienen el mayor impacto sobre la respuesta del sistema.

Literatura citada

Robledo, M., Escano, J. M., Núnez, A., Bordons, C., & Camacho, E. F. (2011). Development and experimental validation of a dynamic model for a fresnel solar collector. *IFAC Proceedings Volumes*, *44*(1), 483-488.

Kalogirou, S. A. (2024). Solar energy engineering: processes and systems (Third Edit). Elsevier Inc.

UNIFORMIDAD DE LA CALIDAD ESPECTRAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN VERTICAL CON ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Efrén Fitz-Rodríguez[1*]; José Eduardo Rosales-Vicelis[1]; Luis Javier Luis-Luis[1]; Jorge Antonio Peña-Chávez[1]; Raquel Salazar-Moreno[1]

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 carretera México-Texcoco, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. México

*efitzr@chapingo.mx

Introducción

Los sistemas de producción vertical y en particular los de interiores, como lo son las fábricas de plantas con luz artificial (PFAL, por sus siglas en inglés), se caracterizan por un uso intenso de energía (Graamans, 2018; Stanghellini and Katsin, 2024). Esta energía se aplica principalmente en la iluminación que se suministra artificialmente con lámparas LEDs (Kozai, 2020). Dado que la principal fuente de energía para iniciar el proceso de fotosíntesis está basada en la radiación PAR que suministran las lámparas LED, es de vital importancia garantizar no solo que la adecuada intensidad ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) llegue a todo el espacio de cultivo (superficie horizontal a diferentes alturas conforme crece el cultivo); sino que, también se garantice una calidad espectral lo más uniforme posible (Bugbee, 2016). En este contexto en esta investigación se plantea hacer un análisis de la uniformidad de la calidad espectral, dada por la proporción del espectro azul/rojo, a diferentes distancias conforme un cultivo crece dentro de un módulo de agricultura de interiores.

Materiales y métodos

Para determinar la calidad espectral que suministran diferentes modelos (BRV, BRI, PPV, PKF, y PKB) de lámparas hortícolas de la marca GE Arize 1000, se construyó un módulo experimental (Figura 1 A) en el cual se midieron tanto la densidad del flujo de fotones (PPFD, $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$), a diferentes distancias (10, 20, 30, 40 y 50 cm) de las lámparas LED en un arreglo 2D, con un sensor cuántico MQ-610 (Apogee Instruments, Logan UT, EE. UU.). Así como también la calidad espectral en el rango de 220 nm a 1100 nm con un radiómetro multiespectral PS-300 (Apogee Instruments, Logan UT, EE. UU.).

Resultados y discusión

Dado el uso intensivo de recursos en estos sistemas de producción, resulta importante garantizar un uso eficiente de estos y sobre todo aplicarlos a cultivos de un alto valor económico. Las plantas producidas requieren tener las condiciones óptimas y su producción debe de ser consistente y lo más uniforme posible para garantizar una alta calidad de las plantas.
La fuente de radiación PAR, se requiere que realmente garantice una distribución uniforme tanto en cantidad como en calidad espectral, que a simple vista puede percibirse.

Las mediciones realizadas tanto de la intensidad del flujo de fotones (PPFD) como de la calidad espectral, con instrumentos adecuados, permite visualizar el gran impacto que tiene la uniformidad espacial (2D) y conforme va creciendo el cultivo. Pero lo más revelador es la no uniformidad de la calidad espectral (Figura 2) que pueden estar recibiendo diferentes plantas y que resulta en plantas no homogéneas en su crecimiento y desarrollo.

Conclusiones

Al hacer una integración tanto del PPFD, como del índice de calidad espectral que reciben las plantas en un área de producción durante un ciclo de producción, que puede durar de 28 a 45 días, resulta revelador que la cantidad de fotones ($mol \cdot m^{-2}$) que reciben las plantas en una cama

de producción no es uniforme, pudiendo esto explicar la des uniformidad en de las plantas al final del ciclo del cultivo, principalmente cuando se trata de plántulas.

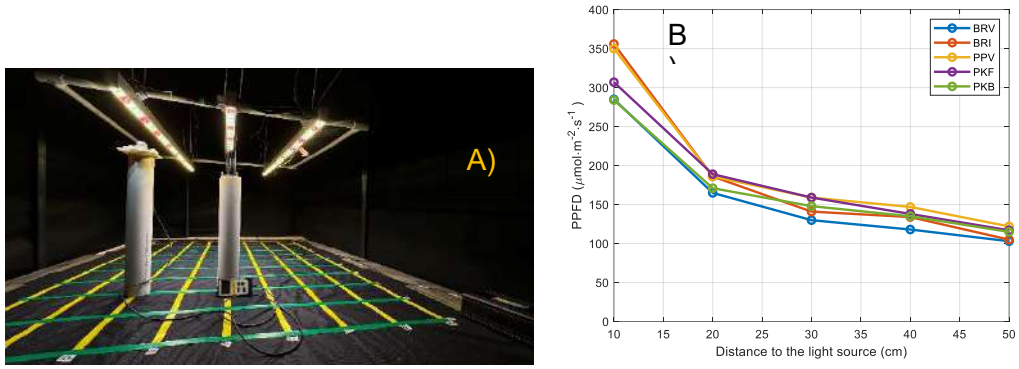


Figura 1. A) Unidad experimental para determinar la uniformidad del PPFD (μmol·m^{-2}·s^{-1}). B) Atenuación del PPFD a diferentes distancias (10, 20, 30, 40 y 50 cm) de la fuente de iluminación (lámparas LED hortícolas), donde se muestran cinco modelos diferentes.

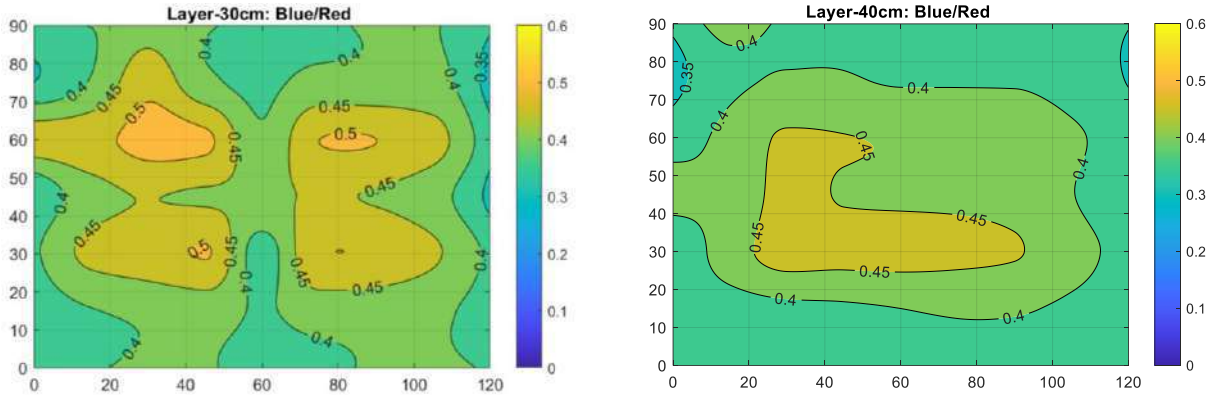


Figura 2. Uniformidad, a 30 y 40 cm de distancia de la fuente de iluminación, de la calidad espectral de un modelo de la lampara hortícola (GE Arize 1000-PKB), dada por el índice Azul / Rojo.

Literatura citada

Bugbee, B. (2016). Toward an optimal spectral quality for plant growth and development: the importance of radiation capture. *Acta Horticulturae*, 1134, 1-12. doi:10.17660/ActaHortic.2016.1134.1

Graamans, L., Baeza, E., van den Dobbelsteen, A., Tsafaras, I., & Stanghellini, C. (2018). Plant factories versus greenhouses: Comparison of resource use efficiency. *Agricultural Systems*, 160, 31-43. doi:https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.11.003

Kozai, T., Niu, G., & Takagaki, M. (2020). Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production (2nd ed.): Elsevier-AP.

Stanghellini, C., & Katzin, D. (2024). The dark side of lighting: A critical analysis of vertical farms' environmental impact. *Journal of Cleaner Production*, 458, 142359. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142359

EVALUACIÓN DEL MÉTODO SCS-CN EN LA CUENCA "RÍO CHAPINGO", CON PRECIPITACIÓN PUNTUAL Y DISTRIBUIDA ESPACIALMENTE

Erick Giovanni Martínez Esquivell[1*]; Gerardo Emmanuel Cervantes González[1]; Jorge Víctor Prado Hernández[1]

[1] Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera Mexico-Texcoco, Chapingo, C.P. 56230. México.
* jiomt2010@gmail.com

Introducción

Estimar con precisión las variables hidrológicas de precipitación y escorrentía superficial, coadyuba a la mejora de los balances hídricos, las estimaciones de los volúmenes de agua superficiales; así como también planear y diseñar apropiadamente diferentes proyectos. En este sentido, contar con registros hidrometeorológicos confiables y de alta resolución resulta esencial para comprender la magnitud y el comportamiento de los procesos hidrológicos (Zhang et al., 2025). La relación precipitación-escorrentía es compleja y se puede obtener mediante métodos directos e indirectos. Existen diversos métodos indirectos los cuales consisten en ecuaciones empíricas y la precisión de su estimación dependerá de los datos con los que se dispongan. Uno de los más utilizados es el método de curva numérica (SCS-CN), el cual fue desarrollado para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta. Actualmente este método se encuentra en constante desarrollo para poder adaptar el modelo a sitios con diferentes condiciones físicas. Por lo tanto, en la presente investigación se planteó evaluar las estrategias de usar datos de precipitación de un pluviómetro y usar datos de varios pluviómetros dentro de la cuenca Rio Chapingo y estimar la escorrentía superficial con el método de número de curva propuesto por el servicio de conservación de suelos.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la cuenca Rio Chapingo, la cual tiene un área total de 15.47 km, una pendiente promedio de 33.1% y sus altitudes van de 2250 a 3580 msnm. Los principales tipos de suelo que se pueden encontrar en la cuenca son: Cambisol, Feozem y Litosol. Por otro lado, los principales usos de suelo son reforestación, bosque de pino y zonas urbanas. Se utilizaron cuatro sitios para la obtención de información de precipitación ubicados uno en la parte alta, dos en la parte media y otro en la parte baja de la cuenca, para cada uno de ellos se obtuvo el área de influencia por el método de polígonos de Thiessen. El aforo se realizó en la estación hidro climatológica ubicada en la salida de la cuenca, se tomaron datos de tirante con ayuda de un sensor ultrasónico SRF06 para posteriormente obtener el caudal mediante una función caudal-tirante previamente calibrada. El periodo de la toma de datos fue del 23 de agosto al 19 de noviembre del 2019. Se realizó el análisis de las características de los suelos dentro de la cuenca y se asignó un valor ponderado de curva numérica para cada zona de influencia de los cuatro sitios de precipitación. Finalmente, se estimaron los escurrimientos directos por cada evento utilizando el modelo de SCS-CN y las modificaciones propuestas por Mishra et al. (2004), Michel et al. (2005), Ajmal et al. (2016), Hawkins et al. (1985) y pendiente según Lin et al. (2017), se utilizó la información de precipitación de dos formas: considerando la información por los cuatro pluviómetros (TE) y únicamente la información del pluviómetro de la estación Chapingo (EC).

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestra la comparación de la lámina medida con las obtenidas utilizando información de precipitación de todos los pluviómetros (TE) y estación Chapingo (EC) mediante la medida estadística NSE. De manera general se observa que el mejor método para estimar la escorrentía superficial fue el de "Mishra TE", ya que se obtuvieron los valores más altos de NSE.

Además, en el caso de contar únicamente con información de precipitación de la estación Chapingo, se observó que se obtuvieron mejores estimaciones de escorrentía superficial con el método “Tradicional EC”.

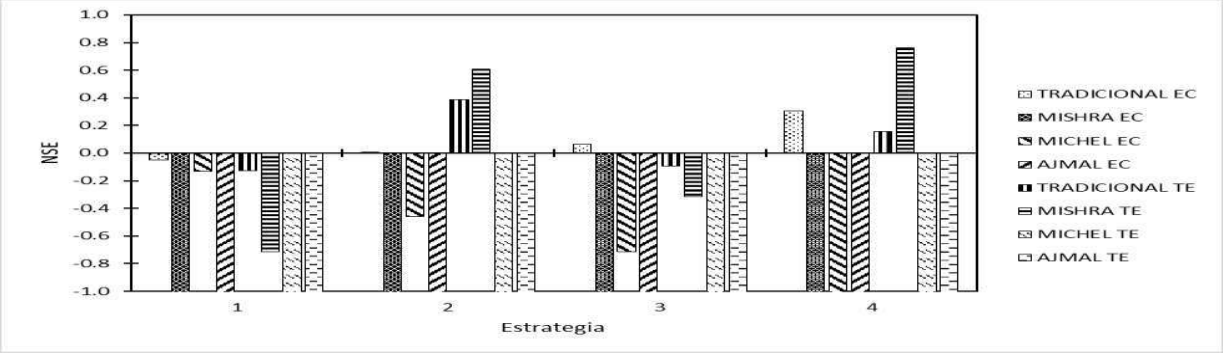


Figura 1. Comparación del NSE de las láminas obtenidas en cada una de las estrategias utilizadas para la estimación de la escorrentía superficial.

Conclusiones

Cuando se tienen más dispositivos de medición de precipitación distribuidos dentro de la cuenca, los resultados estimados son más consistentes ya que hay mejor representatividad.

El método SCS-CN y Mishra (2002) mejoraron la precisión de sus resultados cuando en ambos se utilizó información de todos los pluviómetros y la corrección del número de curva por pendiente de Lin (2017); además al utilizar también la corrección por humedad antecedente de Hawkins (1985), el método de “Mishra TE” fue el que presentó una mejor estimación de escorrentía superficial.

Cuando se usó solamente la información de la estación Chapingo el método “Tradicional EC” corregido por la pendiente de Lin (2017) y por humedad antecedente de Hawkins (1985) fue el más preciso.

Literatura citada

Ajmal, M., Khan, T. A., & Kim, T.-W. (2016). A CN-Based Ensembled Hydrological Model for Enhanced Watershed Runoff Prediction. Water, 8(1), 20. https://doi.org/10.3390/w8010020

Hawkins, R. H., Hjelmfelt, A. T., & Zevenbergen, A. W. (1985). Runoff Probability, Storm Depth, and Curve Numbers. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 111(4), 330-340. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1985)111:4(330)

Michel, C., Andréassian, V., & Perrin, C. (2005). Soil Conservation Service Curve Number method: How to mend a wrong soil moisture accounting procedure? *Water Resources Research*, 41(2). https://doi.org/10.1029/2004WR003191

Mishra, S. K., Jain, M. K., & Singh, V. P. (2004). Evaluation of the SCS-CN-Based Model Incorporating Antecedent Moisture. Water Resources Management, 18(6), 567-589. https://doi.org/10.1007/s11269-004-8765-1

Zhang, L., Zhang, Z., Li, L., Chen, X., Wang, X., Yu, E., Kad, P., Otterå, O. H., Guo, C., Lu, J., & Wu, M. (2025). Flood modeling prior to the instrumental era reveals limited magnitude of 1931 Yangtze flood. *NPJ Climate and Atmospheric Science*, 8(1), 1-11. https://doi.org/10.1038/s41612-025-00908-1

Lin, W., Yang, F., Zhou, L., Xu, J. G., & Zhang, X. Q. (2017). Using modified Soil Conservation Service curve number method to simulate the role of forest in flood control in the upper reach of the Tingjiang River in China. *Journal of Mountain Science*, 14, 1-14.

COMPARACIÓN DE TRES MODELOS DE TRANSPIRACIÓN PARA JITOMATE (*Solanum Lycopersicum)* EN UN INVERNADERO

Luis Javier Luis-Luis[1]; Efrén Fitz-Rodriguez[1*]; José Eduardo Rosales-Vicelis[1]; J. Armando Ramirez-Arias[1]; Raquel Salazar-Moreno[1]

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 carretera México-Texcoco, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. México

*efitzr@chapingo.mx

Introducción

Los modelos de balance de energía para estimar la transpiración en cultivos de invernadero se han desarrollado y se han ido modificando para diferentes condiciones. En este trabajo se hace una comparación de tres modelos de balance de energía para estimar la transpiración del cultivo de Jitomate (*Solanum Lycopersicum,* Cv. El Cid) bajo condiciones contraladas de la diferencia de presión de vapor del cultivo (***DPVc***). La comparación con los datos tomados con lisímetro de balance hídrico y el cálculo de los modelos se hace con el coeficiente relación r y el RMSE, y se analiza qué modelo se ajusta mejor a los datos medidos de transpiración diaria. La estimación de la transpiración del cultivo se realizó con los modelos de Evapotranspiración propuestos por Stanghellini et al. (2024), Boulard and Wang (2000) y Fyn et al. (1993).

Materiales y Métodos

Se registraron datos del 10 al 18 de febrero de 2026, en un invernadero de 300 m^2 ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo, en el *Laboratorio de Modelación y Automatización de Biosistemas* (coordenadas 19°29’28.54” N y 98°53’ 36.31” O). El cultivo implementado es jitomate *Solanum Lycopersicum* variedad El Cid, con una densidad de 3.5 plantas/m^2.

Los datos de entrada para los modelos se tomaron y almacenaron con una red de registradores de datos CR1000 y CR1000x (Campbell Scientific Inc. Logan, UT, EE. UU.). Diversos sensores, incluyendo APOGEE SP-110, VAISALA HMP60, RM YOUNG 5305, VAISALA GMT222 registran datos de Radiación Solar Global, Temperatura y Humedad Relativa, Velocidad de viento y CO_2, respectivamente. La disposición de los sensores se muestra en la Figura 1.

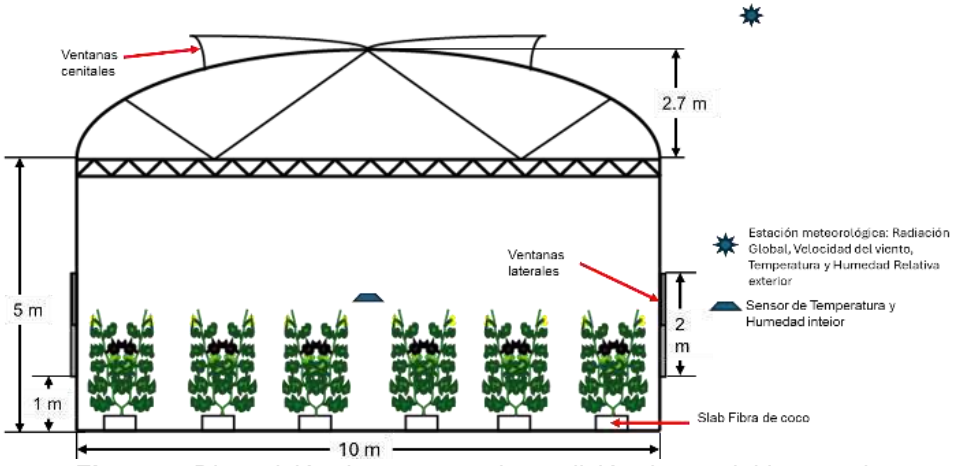


Figura 4. Disposición de sensores de medición dentro del invernadero

La simulación de los modelos programó en el ambiente MATLAB® R2025b.

Modelo de Stanghellini.

La principal diferencia es que utiliza el Índice de Área Foliar (LAI) para representar múltiples capas de hojas, en lugar de considerar el dosel como una gran hoja. (Stanghellini et al, 2024).

$$E = \frac{2\,LAI}{(1+\varepsilon)r_b + r_s}\left[X_a^* - X_a + \frac{\varepsilon r_b}{2LAI}\frac{R_n}{L}\right]$$ g m^{-2} s

Modelo de Boulard y Wang

Es un modelo que se deriva de Penman-Monteith que permite la determinación de la transpiración utilizando datos del clima exterior. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$\delta E = \frac{\pi R_g + Q_h - G + (((K_S + K_H)K_2\,D_o))/(K_1\,K_H) + K_2\,\delta}{1 + ((K_S + K_H)(1 - K_1 + K_2/K_v))/(K_1\,K_H + K_2\,\delta)}$$

Modelo de Fynn

Se introduce el Índice de Área del Dosel (CAI) en lugar de LAI completo para simplificar el cálculo de la radiación interceptada directamente por la parte superior de las plantas.

$$\lambda E = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} CAI\,(R_n - G) + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*}\,2\,LAI\,\rho_a \lambda (e_a^* - e_a)/r_e$$

Resultados y discusión

Se realizó la simulación durante 9 días (10 al 18 de febrero de 2026) de los modelos implementados.

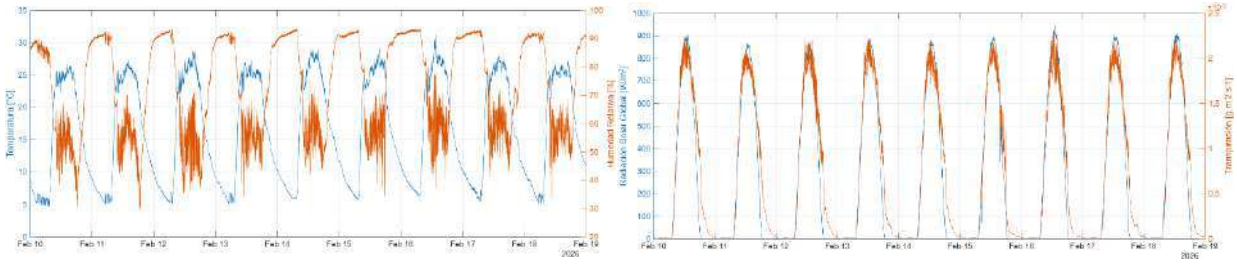


Figura 2. Izquierdo datos de la temperatura y humedad relativa interior, Derecha Radiación Global y Transpiración con el modelo de Stanghellini.

Conclusiones

Los modelos de transpiración de Stanghellini y Fynn tienen un mejor ajuste a los datos medidos de transpiración, a diferencia de Boulard y Wang debido a la gran diferencia en el clima interior y exterior por el cierre de ventanas dado que se tiene implementado el control de la DPVc.

Literatura citada

Boulard, T., & Wang, S. (2000). Greenhouse crop transpiration simulation from external climatic conditions. *Agricultural and Forest Meteorology, 100*(1), 25–34.

Stanghellini, C., van 't Ooster, B., & Heuvelink, E. (2024). Greenhouse horticulture: Technology for optimal crop production (2nd ed.). Brill | Wageningen Academic.

Fynn, R.P., A. Al-Shooshan, T.H. Short and R.W. McMahon. 1993. Evapotranspiration measurements and modeling for a potted chrysanthemum crop. *Transactions of the ASAE*. 36(6): 1907-1913.

PRECISIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE UNA SEMBRADORA MULTIGRANO PARA UN MOTOCULTOR

Juan Gabriel Ochoa-Bijarro[1*]; Julio Torres-Sandoval[1]; Rocío Cervantes-Osornio[1];
Marco Antonio Audelo-Benitez[1]
[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
* gochoab74@gmail.com

Introducción

México es un país donde la producción de grano y cereales es fundamental, siendo parte de la economía y soberanía alimentaria. Según el censo agropecuario del INEGI, 2022, México cuenta con 32.1 millones de hectáreas destinadas a la agricultura, sembrando anualmente 23 millones de hectáreas, con el 73.2 % de temporal y el 26.8 % con riego. Los cereales representan el 30% de la superficie sembrada, el maíz grano el 21.8 %, el frijol aproximadamente el 6 % (INEGI, 2022). Esta distribución de superficie sembrada incluye todos los tamaños de parcelas, sin embargo, la sembradora que se pretende evaluar es normalmente usada por pequeños productores para parcelas no mayor de 20,000 m^2. Es importante evaluar el funcionamiento de una sembradora debido a la gran cantidad de marcas en el mercado; el dosificador de semilla es el componente más importante de una sembradora a evaluar para obtener una buena calidad de siembra (Torres et al., 2023). Los equipos de siembra cuentan con un sistema de transmisión mecánica para accionar el dosificador, otros usan transmisión mecatrónica, implicando elementos como sensores, servomotores y codificadores (Yang et al, 2022). El objetivo del presente trabajo es evaluar la precisión de dosificación de una sembradora mecánica multigrano para un motocultor en condiciones de laboratorio.

Materiales y métodos

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA) en el Campo Experimental Valle de México, localizado a los 19º 29’ 15.55” N y 98º 53’ 44.9” W, a una altura sobre el nivel del mar de 2,250 m, en un clima templado semiseco a una temperatura media anual de 19,5ºC (INEGI, 2022). Para la evaluación de la sembradora se tomó como referencia la norma NMX-O-168-SCFI-2009: “Tractores, implementos y maquinaria agrícola-sembradoras mecánicas y/o fertilizadoras en hilera con dosificador mecánico-especificaciones y método de prueba”. Se hicieron estudios de las propiedades físicas-mecánicas de cada tipo de semilla (maíz, frijol, trigo y cebada) como humedad (%), densidad ($kg \cdot m^{-3}$), impurezas (%). Las pruebas del dosificador se realizaron simulando una velocidad de 2.5 $km \cdot h^{-1}$ ± 20%, se hicieron 5 repeticiones en cada condición. Para el análisis de la información se utilizó un diseño completamente al azar.

Resultados y discusión

Las propiedades físico-mecánicas de las semillas se muestran en el cuadro 1, destacando que no hubo semilla dañada y el porcentaje de impurezas no es significativo, de tal forma que no influyen en las mediciones de las muestras.

Cuadro 1. Propiedades físicas-mecánicas de las semillas

	MAIZ	FRIJOL	TRIGO	CEBADA
Densidad ($kg \cdot m^{-3}$)	758.7	794.9	765.4	607.7
Humedad (%)	3.99	4.33	11.04	10.51
Impurezas (%)	0.01	0.01	0.1	0.2
Grano dañado (%)	0.29	0.1	0.0	0.0

El cuadro 2 muestra que, para semillas de maíz, hay una gran variación en la dosificación, sobre todo en el cambio de velocidad de avance en un +20%. En la salida 1 reporta en su mayoría una mayor dosificación en todas las semillas, sin embargo, durante las pruebas para maíz, reportó mayor desviación de la dosificación con respecto al valor medio. La irregularidad de entrega por cada salida se mantiene no mayor al 2.6% para cereales y frijol, para maíz supera los 16% en velocidad regular y 23% aumentando la velocidad en un 20%, según la norma Nmx-O-168-SCFI-2009, el porcentaje de irregularidad permitido es del 10% para maíz y 5% para frijol, y el daño a la semilla no debe superar el 5% para maíz y 8% para frijol.

Cuadro 2. Descargas de semilla en cada salida y cálculos de dosis por hectárea.

Velocidad	Salida	MAIZ					FRIJOL					CEBADA					TRIGO				
		Gh	Gm	Gp	Ge	gf	Gh	Gm	Gp	Ge	gf	Gh	Gm	Gp	Ge	gf	Gh	Gm	Gp	Ge	gf
		g·min^{-1}	g·m^{-1}	%	%	kg·ha^{-1}	g·min^{-1}	g·m^{-1}	%	%	kg·ha^{-1}	g·min^{-1}	g·m^{-1}	%	%	kg·ha^{-1}	g·min^{-1}	g·m^{-1}	%	%	kg·ha^{-1}
VR -20% (2 km·h^{-1})	S1	71.9	1.7	12.8			74.5	1.8	4.50			93.9	2.7	5.60			125.4	3.7	2.20		
	S2	66.4	1.6	8.9			66.6	1.6	5.70			91.7	2.7	7.50			127.2	3.7	3.30		
	S3	72	1.7	15.2	9.2	77.6	82.7	2	3.70	7.7	86.4	90.6	2.7	5.10	7.5	127	119.2	3.5	1.60	6.1	173.9
	S4	57.2	1.4	9.5			68.5	1.6	1.50			79.3	2.3	7.70			115,3	3.4	2.10		
	S5	60.2	1.4	18.3			72.3	1.7	3.90			78.6	2.3	5.20			107.2	3.1	1.10		
Valor medio		65.54	1.56	12.94			72.92	1.74	3.86			86.82	2.54	6.22			119.75	3.48	2.06		
VR (2.5 km·h^{-1})	S1	103.9	2.5	11.7			91.9	2.2	3.70			106.5	2.5	4.50			148.9	3.5	4.60		
	S2	91.4	2.2	10.0			106.7	2.5	2.30			111.3	2.6	2.30			151.8	3.6	6.10		
	S3	93.9	2.2	29.1	9.6	108.1	83.9	2.1	4.10	8.4	109.6	100.9	2.4	3.30	7.4	119.5	147.2	3.5	2.10	5.1	171
	S4	76.6	1.8	14.3			87.4	2.1	1.10			94.9	2.2	3.10			143.1	3.4	3.90		
	S5	90.5	2.1	17.9			91.2	2.2	0.50			90.9	2.2	1.10			131.2	3.1	2.30		
Valor medio		91.26	2.16	16.6			92.22	2.22	2.34			100.9	2.38	2.86			144.44	3.42	3.80		
VR +20% (3 km·h^{-1})	S1	98.7	2.3	5.4			111.2	2.6	3.20			117.1	2.3	4.10			180.5	3.6	0.60		
	S2	91.3	2.2	5.1			101.8	2.4	3.10			137.8	2.7	1.90			184.9	3.7	1.10		
	S3	95.7	2.3	15.1	15	101.1	125.3	3.1	1.10	7.4	131.1	122.8	2.4	2.30	11	118.1	174.7	3.5	1.50	6.6	172
	S4	64.9	1.5	46.2			104.1	2.5	2.70			117.1	2.3	1.10			166.9	3.3	0.90		
	S5	76.5	1.8	48.0			111.3	2.6	1.80			98.7	2.1	3.60			153.1	3.1	6.10		
Valor medio		85.42	2.02	23.96			110.74	2.64	2.38			118.7	2.36	2.60			172.02	3.44	2.04		

VR-Velocidad regular (km·h^{-1}), Gh-Dosificación promedio de una salida (g·min^{-1}), Gm-Dosificación promedio de una salida (g·m^{-1}), Gp-Irregularidad de entrega por salida (%), Ge-Irregularidad de entrega de la máquina (%), Gf-Dosis de siembra (kg·ha^{-1})

Conclusiones

La sembradora evaluada tiene amplio rango de dosificación para grano y cereales, sin embargo, para el caso de maíz reporta mayor irregularidad en cada salida superando el 10%, para el frijol la irregularidad de la máquina supera 5%, según lo recomendado por la norma NNX-O-168-SCFI-2009, por lo que no se recomienda usar este equipo para sembrar maíz y frijol, para los demás cultivos se recomienda usar la velocidad regular para mantener la irregularidad de dosificación en un porcentaje permitido, el daño a la semilla en todos los cultivos fue nulo.

Literatura citada

INEGI. 2022. Censo agropecuario. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_ResOpt/CA_ResOpt2022.pdf

Secretaria de Economía. 2009. Nmx-O-168-SCFI-2009 Tractores, implementos y maquinaria agrícola – sembradoras – sembradoras mecánicas y/o fertilizadoras en hilera con dosificador mecánico – especificaciones y método de prueba. México. 27 págs.

Torres-Sandoval, J., Romantchik-Kriuchkova, E., López-Cruz, I. L., & López Canteñs, G. de J.. (2023). Sistema mecatrónico para controlar el dosificador de semilla y presión de vacío de una sembradora-fertilizadora. *Revista fitotecnia mexicana*, *46*(4), 439-449. https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4.439

Yang, S., Zhai, C., Gao, Y., Dou, H., Zhao, X., He, Y. y Wang, X. (2022). Rendimiento de uniformidad de siembra en sistemas de siembra de precisión de maíz motorizados. *Revista Internacional de Ingeniería Agrícola y Biológica* , *15* (5), 101-108. https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/5911

SISTEMA DE RIEGO AUTOMATICO PARA PLANTULA EN CHAROLAS

Julio Torres-Sandoval[1]; Antonio Martínez-Ruiz[1]; Juan Gabriel Ochoa-Bijarro[1]; Rocío Cervantes-Osornio[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Carretera los Reyes-Lechería, km 18.5 Chapingo, Estado de México, CP 56230 A.P. 10, CEVAMEX.
* jultsmex@yahoo.com.mx

Introducción

En México la producción de plántula es una de las actividades de importancia económica y social para nuestro país. Actividad de la cual depende la productividad o rentabilidad de cultivos como hortalizas, frutas, flores o especies forestales, donde la siembra directa se ha reemplazado por la siembra en semilleros. Lo anterior debido a que en semilleros se brindan condiciones más favorables para la germinación y crecimiento de las plantas durante la etapa inicial. De acuerdo con Matadamas y Noguez (2012), mencionan que en México se tiene una superficie aproximada de 347 mil hectáreas de hortalizas de trasplante que requieren una producción de 28 mil millones de plántulas, plantas sembradas principalmente en charola. En el proceso de producción de plántula, el riego es una de las actividades repetitivas que se realiza en mayor medida de manera manual, por ello requiere un uso elevado de mano de obra. Por este motivo, en el presente trabajo se desarrolló un sistema automático de riego para plántula en charola dirigido a pequeños y medianos agricultores; basado en el uso de electrónica de bajo costo de hardware y software libre.

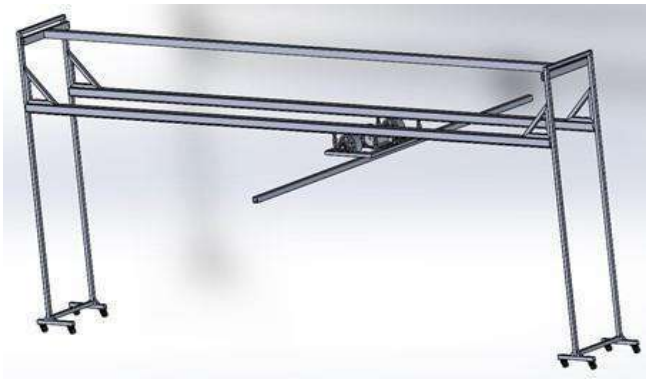
Materiales y métodos

Este trabajo fue desarrollado en el Centro Nacional De Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El sistema desarrollado, se basa principalmente los siguientes componentes electrónicos, electromecánicos y herramientas de desarrollo: IDE de Arduino con programación en C++; placa de desarrollo Arduino MEGA 2560 como unidad de procesamiento); reloj de tiempo real DS1307; interruptores de limite (fines de carrera); motores a pasos; bomba de riego; electroválvulas; bascula de pesado; sensor de presión; teclado matricial y pantalla de cristal líquido LCD 20x4 que permiten al usuario configurar el funcionamiento del sistema; unidades de potencia para la bomba y motores; y fuentes de alimentación. En el caso de los componentes mecánicos e hidráulicos, se construye una estructura soporte (utilizando tubos PTR y perfiles) y un carrito de riego. Este último, consiste en una estructura móvil basada en carretillas y ruedas motrices que se montan en los perfiles sobre los cuales se desplazan. Las ruedas motrices, son accionadas por motores a pasos y un sistema de transmisión por cadenas. En el carrito de riego se fija una barra porta boquillas con sus mangueras de distribución. Se utiliza la técnica PWM (modulación por ancho de pulso) y control PID (Proporcional, integral y derivativo) como métodos de control de velocidad de desplazamiento del carrito de riego.

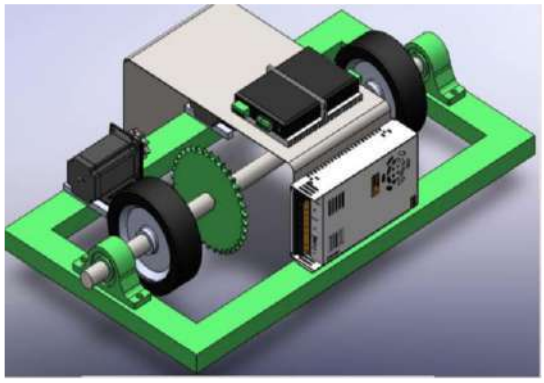
Resultados y discusión

En la figura 1a, se muestra el diseño estructural del sistema, el cual es movible para facilitar su manejo al desplazarlo de una zona a otra dentro del semillero. El carrito de riego (figura 1b) accionado por motores a pasos y sistema de transmisión por cadena permiten incrementan el torque y reducir la velocidad de giro de las llantas. Este mecanismo se monta en dos rieles mediante carretillas (que le permiten desplazarse sobre ellos), y sobre el mecanismo se fija una barra porta boquillas con sus mangueras de distribución. En la figura 1c y 1d, se muestra el sistema de automático de riego para plántula en charolas en el cual se muestra la construcción e instalación de cada uno de los subsistemas mecánicos, electrónicos e hidráulicos. El sistema

permite controlar la velocidad de desplazamiento de la barra porta boquillas con una velocidad mínima de 0.15 km/h y máxima de 0.57 km/h, con un área de riego efectiva aproximada de 45 m^2. Permitiendo la programación 3 riegos al día, con un volumen de agua aplicada por cada recorrido durante el riego de 0.1 a 0.65 l/charola, utilizando la boquilla Teejet XR8015 para charolas de unicel de 200 cavidades (dimensiones de ancho por largo de 0.66mx0.34m). La técnica PWM y el control PID de los servomotores permite modificar la velocidad con un desplazamiento uniforme de la barra porta boquillas.



a) Diseño estructural.



b) Carrito de riego.

c) Vista frontal del Sistema de riego.

d) Vista del sistema hidráulico.

Figura 1. Diagrama electrónico y ejemplos de menús de opciones del dispositivo.

Conclusiones

Se logra desarrollar un sistema automático de riego funcional para la producción de plántula en charolas, que permite controlar la cantidad de agua aplicada a cada charola (definida por el usuario) mediante el control de la velocidad de desplazamiento y número de recorridos de la barra porta boquillas, así como el pesaje de una charola de control.

Literatura citada

Matadamas Ortiz E. J. y Noguez Hernández R. (2012). Producción de plántulas de hortalizas en charolas. https://es.scribd.com/document/690717670/Produccion-de-Plantulas-de-Hortalizas-en-Charolas.

TeeJet Technologies (2019). Spray tips pocket guide. https://www.teejet.com/-/media/dam/agricultural/sales-material/li-tj245-en_spray-tips-book-neutral_a5-lo-res.pdf

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE PRESIÓN DE AIRE PARA NEUMÁTICO AGRÍCOLA

Aldair Cervantes Rodríguez[1*]; Eugenio Romantchik Kriuchkova[2]; Gilberto de Jesús López Casteñs[2]; Noel Chávez Aguilera[2]

[1]Maestría en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua; [2]Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.
* al25520225@chapingo.mx / alda18cer@gmail.com

Introducción

La compactación del suelo inducida por maquinaria agrícola es una forma común de degradación física, ya que reduce porosidad e infiltración, limita la difusión de oxígeno y dificulta el desarrollo radicular. Entre los factores operativos que más influyen en la interacción neumático–suelo se encuentra la presión de inflado, debido a que define el área de contacto y la distribución de esfuerzos transmitidos al suelo. En este contexto, el uso de Sistemas Centrales de Inflado de Neumáticos (CTIS) permite ajustar la presión en función de condiciones de operación y constituye una alternativa tecnológica para mejorar el desempeño del tractor y reducir impactos sobre el suelo (Dilwale et al., 2018). Recientemente, revisiones sistemáticas han resaltado la tendencia hacia CTIS automatizados capaces de integrarse con censado y reconocimiento de terreno para seleccionar presiones objetivo en tiempo real (Ledesma et al., 2025). Estudios de modelación y predicción han demostrado que la presión de inflado y la carga aplicada son variables determinantes en la compactación del suelo bajo neumáticos agrícolas (Shahgholi et al. 2023). El objetivo de este trabajo fue diseñar, construir y evaluar experimentalmente un prototipo a escala de un CTIS, con arquitectura electroneumática y control mediante microcontrolador programado en Arduino, con el fin de caracterizar su comportamiento dinámico de inflado y desinflado.

Materiales y métodos

El prototipo a escala se integró mediante una arquitectura electroneumática compuesta por: (i) llanta marca JUNKAI 4.00-8 con capacidad de 300 kPa, 200 kg; (ii) Compresor de aire MIKEL'S de 2000 kPa, 12 V, 10 A, 120 W y una capacidad de 32 L/min; (iii) Electroválvula neumática TAILONZ NEUMATIC ¼ pulg NPT, 12 V, 2 posiciones 2 vías 2V025-08; (iv) Un sensor de presión tipo MEMS para retroalimentación; y (v) una red de mangueras neumáticas de 6 mm con conexiones tipo T. Se incorporo un relé como interfaz de potencia para accionar cargas de alta corriente (12 V) desde el microcontrolador. La unidad de control se implementó con un ESP32 programado en Arduino IDE. Se definieron tres setpoints discretos de presión (alta 41.5 kPa, media 27.5 kPa y baja 13.5 kPa) los cuales fueron seleccionados en base en el rango de operación para pavimento (presión alta), terracería (presión media) y suelo trabajado (presión baja). La regulación se implementó con una estrategia ON/OFF en dos etapas: una fase BOOST para alcanzar rápidamente el setpoint y una fase HOLD con banda de histéresis para mantener estabilidad y reducir conmutaciones. El desempeño dinámico se evaluó mediante el registro de presión (kPa) en función del tiempo durante ciclos de cambio de setpoint, obteniendo la curva experimental.

Resultados y discusión

La arquitectura electroneumática y la separación de subsistemas se resumen en la Figura 1. Las pruebas de funcionamiento mostraron que el prototipo regula la presión de manera repetible y estable, manteniendo el valor objetivo dentro de una banda de histéresis y permitiendo cambios

seguros entre modos. Se observa (Figura 2) un comportamiento transitorio característico de sistemas neumáticos: una fase de incremento rápido de presión (BOOST), seguida de una fase de estabilización (HOLD) donde la presión se mantiene dentro de la banda de histéresis. Durante los cambios de modo, el sistema alcanza el nuevo setpoint de forma consistente, lo cual valida la integración del lazo cerrado y la estrategia ON/OFF implementada. En cuanto al tiempo se registró el tiempo de cambio entre setpoint al inflar el neumático de 13.5 kPa a 27.5 kPa en 18.5 s; de 27.5 kPa a 41.5 kPa en 16 s, así como en desinflación de 41.5 kPa a 27.5 kPa en 13 s y de 27.5 kPa a 13.5 en 14 s. El sobre pico de presión no supera el 5%. Las mediciones de tiempo se realizaron cada 2 s.

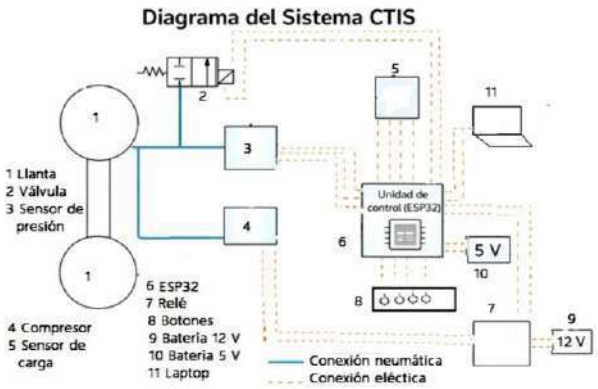


Figura 1. Esquema electroneumático del prototipo

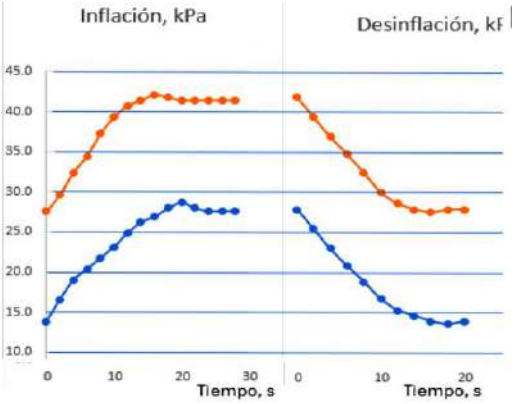


Figura 2. Respuesta dinámica del prototipo CTIS

Conclusiones

Se diseñó, construyó y evaluó experimentalmente un prototipo a escala de un Sistema Central de Inflado de Neumáticos (CTIS) con arquitectura electroneumática y control mediante microcontrolador programado Arduino. El prototipo mostró un comportamiento estable y repetible durante ciclos de inflado y desinflado, alcanzando los setpoints establecidos para los tres modos de operación (presión alta, media y baja) en tiempos del orden de 16 a 19 s. Asimismo, la regulación mediante control ON/OFF con banda de histéresis permitió mantener la presión con un error máximo menor al 5%, validando el funcionamiento integral del sistema. Para disminuir el tiempo de inflación se recomienda aumentar el flujo del compresor, así como el diámetro de paso de aire.

Literatura citada

Shubham Dilwale, Onkar Anvekar, Aniket Daware, Vitesh Bhavad, Sagar Bagal, Prashant Shelar. (2018). Design and development of central tyre inflation system. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 5*(3), 2623–2628.

Carl Luis C. Ledesma, Charlothe John I. Tablizo, Marites B. Tabanao, Emmanuel A. Salcedo, Emmy Grace T. Requillo, John Paul T. Cruz. (2025). Systematic Review on Automation of Central Tire Inflation System Based on Terrain Conditions. *Engineering Proceedings, 92*(67). https://doi.org/10.3390/engproc2025092067

Shahgholi, G.; Moinfar, A.; Khoramifar, A.; Maciej, S.; Szymanek, M. (2023). Investigating the Effect of Tractor's Tire Parameters on Soil Compaction Using Statistical and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Methods. *Agriculture*, 13, 259. https://doi.org/10.3390/agriculture13020259

MODELO DE INTERACCIÓN DE BARRAS PRISMÁTICAS CON EL SUELO EN IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS

María Victoria Gómez-Águila[1]*, Arturo Martínez-Rodríguez[2]; Luis Tonatiuh Castellanos-Serrano[1]; Hubert-Tchikoue[1]; José Alfredo Castellanos-Suárez[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México.
[2] Universidad Agraria de la Habana. Cuba.
* mgomeza@chapingo.mx

Introducción

Los implementos agrícolas destinados a la labranza profunda y al acondicionamiento del suelo, como subsoladores y cultivadores, incorporan elementos estructurales que penetran el suelo y generan esfuerzos significativos durante su operación. Entre estos elementos destacan las barras prismáticas verticales (figura 1) o ligeramente inclinadas que soportan herramientas de corte, tales como cinceles o rejas. Durante el trabajo agrícola, dichas barras interactúan directamente con el suelo, originando fuerzas de resistencia que incrementan la demanda de tracción del implemento y, por tanto, el consumo energético del sistema tractor–implemento.

El análisis y modelado de la interacción suelo–herramienta resulta fundamental para optimizar el diseño geométrico de estos componentes, reducir las fuerzas de tiro y mejorar la eficiencia del trabajo agrícola. En este contexto, la modelación mecánica permite estimar las fuerzas que actúan sobre las distintas superficies de una barra prismática en función de sus dimensiones, de la profundidad de trabajo y de las propiedades mecánicas del suelo. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar y describir un modelo analítico de interacción entre una barra prismática y el suelo, considerando las principales fuerzas de resistencia que se generan durante la penetración y el avance del implemento.

Figura 1. Implemento típico de subsolado, conformado por barras verticales que soportan cinceles del tipo de cuña simple

Materiales y Métodos

El modelo propuesto se basa en el análisis del equilibrio de fuerzas que actúan sobre una barra prismática vertical utilizado en implementos agrícolas de subsolado. Estas barras se encuentran generalmente fijadas a una estructura de acero mediante grapas o tornillos y penetran el suelo hasta una profundidad determinada, generando una fuerza de resistencia adicional a la del implemento principal.

Para el desarrollo del modelo se considera una barra prismática de sección rectangular, caracterizada por sus dimensiones geométricas (a, c, L, δ y el ángulo α), que penetra el suelo a una profundidad h. Asimismo, se incorporan las propiedades mecánicas del suelo, tales como la tensión máxima de falla $\sigma_1$máx, la tensión de confinamiento σ_3, la tensión cortante τ y el ángulo de fricción suelo–metal φ_sm, cuyo coeficiente de fricción se expresa como μ_sm = tan(φ_sm).

El análisis contempla las fuerzas de resistencia que actúan sobre las distintas áreas de la barra: la arista frontal (A_1), las caras inclinadas (A_2), las caras laterales paralelas (A_3) y el fondo de la barra (A_4). A partir de estas superficies de contacto, se formulan expresiones analíticas que permiten cuantificar cada componente de la fuerza resistente en función de las variables geométricas y mecánicas involucradas.

Resultados y Discusión

La fuerza de resistencia frontal Pp (figura 2) se genera en el primer contacto de la barra con el suelo y actúa sobre el área frontal A_1, definida por el espesor δ y la profundidad de penetración h, representando la oposición inicial del suelo al avance de la barra. En las caras inclinadas (área A_2) actúan fuerzas normales y de fricción, relacionadas con la resistencia del suelo y el coeficiente de fricción suelo–barra, cuya magnitud aumenta con la profundidad de trabajo, la longitud efectiva y el ángulo de la barra, resaltando la importancia del diseño geométrico.

Las caras laterales paralelas (área A_3) están sometidas a una presión asociada a la compactación del suelo, evidenciando la influencia del ancho de la barra y del nivel de confinamiento del suelo en la resistencia al avance. Asimismo, la fuerza cortante τ en el fondo de la barra depende del área de contacto y de la tensión cortante del suelo, siendo relevante cuando el fondo participa en el proceso de corte. La fuerza total de resistencia (ecuación 1) resulta de la suma de todas estas contribuciones y permite estimar analíticamente la fuerza de tiro en función de la geometría de la barra y de las propiedades mecánicas del suelo.

$$P_r = \delta h \sigma_{1\text{máx}} + 2Lh\sigma_{1\text{máx}}\left(\mu_{sm} + \tan\frac{\alpha}{2}\right) + 2\mu_{sm} ch\sigma_3 + a\tau\left(\frac{1}{2}L + c\right) \quad (1)$$

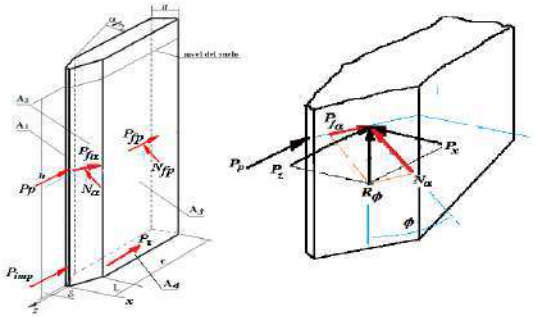


Figura 2. Fuerzas de interacción del suelo sobre una barra prismática vertical

Conclusiones

El modelo desarrollado describe de manera sistemática la interacción mecánica entre una barra prismática y el suelo durante el trabajo agrícola. Mediante el análisis del equilibrio de fuerzas, se identificaron y cuantificaron las principales contribuciones a la resistencia al avance, asociadas a la fricción, la presión normal y el esfuerzo cortante del suelo.

Los resultados muestran que la profundidad de trabajo, el coeficiente de fricción suelo–metal, el nivel de compactación del suelo y la geometría de la barra influyen directamente en la fuerza de tiro requerida. Este modelo representa una herramienta útil para el diseño y la optimización de implementos agrícolas, al permitir evaluar el efecto de cambios geométricos y condiciones del suelo en el desempeño mecánico del sistema.

Literatura citada

Walunj, A., Chen, Y., Tian, Y., & Zeng, Z. (2023). Modeling soil–plant–machine dynamics using discrete element method: A review. *Agronomy,* 13(5), 1260. https://doi.org/10.3390/agronomy13051260

Zhao, H. H., Cui, T., Yang, L., Hou, Q. Y., Yan, W. J., He, X. T., Fan, C. L., & Dong, J. Q. (2022). Continuous measurement method and mathematical model for soil compactness. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering,* 15(5), 196–204. https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20221505.6707.

EVALUACIÓN DE UNA MAQUINA TRILLADORA ESTACIONARIA DE QUINUA (*Chenopodium quinua*)

Francisco Muñoz Gómez[1*]; Agustín López Herrera[2]; Gilberto de Jesús López Canteñs[1]; J. Guadalupe Gaytán Ruelas[1]; Bonifacio Gaona Ponce[1]; Servando Mario Lugo Arredondo[1]; Eugenio Estrada Jiménez[3]; Saúl Ortiz Gaspar[3]

[1]Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (DIMA), [2]Departamento de Fitotecnia, [3]Egresados del DIMA. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. C.P. 56230.
* franciscomg53@yahoo.com.mx

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinua*) es una planta con excelentes propiedades alimenticias que ha tenido un importante papel en la economía de los pueblos andinos durante los últimos tres milenios. El grano es la parte más comúnmente utilizada de la planta, pero ocasionalmente se aprovechan también las hojas. Las mejores cosechas de quinua se logran en el rango de los 2500-3800 (m.s.n.m) con una precipitación pluvial de 250 a 500 mm anuales y temperaturas entre 5 y 14°C (Maughan et al., 2004). En México se inició un proyecto para adaptar el cultivo en las condiciones de altitud y clima en lugares como Estado de México, Puebla, y la parte alta de Veracruz.

La cosecha tradicional de la quinua es manual, en Perú y Bolivia es común el arranque de plantas, las raíces quedan con un poco de tierra que al momento de la trilla se mezcla con el grano afectando su calidad. En Ecuador y Colombia, la siega se hace con hoz, las gavillas se transportan a heras, en donde son trilladas a golpes de garrote o con pisoteo de animales. Esta actividad en general es un trabajo muy pesado y las personas que la realizan se ven afectadas por las condiciones al momento de trillar.

En este trabajo se presenta la evaluación de una maquina trilladora estacionaria para semillas de quinua. (Figura 1). Diseñada y fabricada en el Departamento de Ingeniería Mecánica como apoyo al proyecto de producción de quinua en Chapingo, dirigido por el Dr. Agustín López Herrera, del Departamento de Fitotecnia. La máquina es de alimentación manual, utiliza un motor a gasolina Honda de 5.5 HP, tiene una tolva de alimentación, un órgano trillador que está compuesto por un segmento de sinfín que transporta el material al órgano de trilla compuesto por un rotor de 4 aletas que trabajan sobre una criba que rompe las inflorescencias y las semillas caen sobre una zaranda reciprocante, donde se separan las semillas y los residuos de la molienda. La paja y demás residuos que no pasan por la criba, son expulsados por medio de un ventilador a un ciclón acoplado a la máquina trilladora.

Figura 1. Máquina trilladora estacionaria de Quinua

Materiales y métodos

Se utilizó: para Molienda de plantas de quinua: Plantas de quinua enteras y Molino de martillos. Para la evaluación de la maquina trilladora**:** Maquina trilladora estacionaria; Quinua previamente molida: Botes de 20 litros; Bascula; Tacómetro digital laser Radiation; Cronometro. Para el análisis en el laboratorio de las semillas trilladas**:** Tamices de diferentes tamaños; Bascula; Limpiadora neumática; Muestras de quinua; Charolas. Variedad del cultivo: La quinua utilizada en este trabajo

fue cultivada en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo y fue denominada “ONTIFOR”, que tiene un ciclo de 6 meses, es de semilla color blanco y altura de planta promedio de 1.60 m. y las dimensiones promedio en mm de las semillas**:** Largo: 1.9; Ancho: 1.8; Alto: 1.5 cm. Los datos se obtuvieron de un lote de 50 semillas seleccionadas aleatoriamente. Con el propósito de evaluar la productividad y la calidad de trabajo de la maquina se llevaron a cabo un conjunto de actividades que consistieron en moler el material de prueba, para desmenuzar los tallos y panojas y así evitar atascamientos en la máquina trilladora, para mejorar su rendimiento, para esto se utilizó un molino de martillos. Se obtuvieron los parámetros cinemáticos del órgano de trilla**.** Para ello, se determinaron las revoluciones a las que debe trabajar el órgano de trilla de la máquina considerando la velocidad tangencial recomendada y, las dimensiones de las semillas del cultivo que más se aproximen a la quinua (Silveira, 1982; INTA, 2016). Se realizaron las pruebas sin carga de la máquina trilladora, se puso en marcha la máquina durante periodos de tiempo determinados sin material. La finalidad de esta prueba es verificar que todas las partes fijas y en movimiento funcionen adecuadamente, a partir de estos resultados realizar las regulaciones pertinentes. Finalmente, se llevaron a cabo las pruebas con carga para la evaluación de la máquina. Estas pruebas se realizan para determinar la capacidad máxima y óptima de la máquina. Los daños a las semillas trilladas con la máquina, se determinaron en el Laboratorio de semillas del Departamento de Fitotecnia.

Para realizar la evaluación y encontrar la capacidad óptima de trabajo de la maquina trilladora se hicieron 10 pruebas a diferentes revoluciones del órgano de trilla, con 850 rpm, 925 rpm y 975 rpm respectivamente, estos valores se seleccionaron de acuerdo al motor y características de la transmisión que tiene la máquina. La frecuencia de rotación (RPM) se midió con un tacómetro digital laser marca Radiation.

Resultados y discusión

Los mejores resultados obtenidos de la evaluación de la máquina trilladora fue con la prueba que tenía una frecuencia de rotación de 925 RPM, que corresponden con la velocidad tangencial de 17.2 m/s del órgano trillador, y masa total de entrada en la tolva de alimentación de 5500 gramos, incluyendo semillas y paja molida, se obtuvieron 1312 gramos de semilla limpia, es decir el 24% y el 76% de paja por esta razón se utilizaron estos parámetros de operación para las pruebas. El rendimiento horario fue de 77.6 kg/h. En el laboratorio de semillas se observó que el daño mecánico producido en la semilla durante la evaluación fue 5.4 %.

Conclusiones

De los resultados obtenidos durante las pruebas realizadas durante la evaluación, se concluye que la máquina trilladora estacionaria funciona de manera adecuada, que el rendimiento horario, la limpieza y calidad del grano, son buenos.

Para asegurar la buena operación y seguridad de la máquina, se dispone de un Manual de Seguridad, Operación y Mantenimiento, además la máquina cuenta con guardas y protecciones para asegurar la integridad del operador.

Literatura citada

Maughan, P. J.; A. Bonifacio, E. N. Jellen, M. R. Stevens, C. E. Coleman, M. Ricks, S. L. Mason, D. E. Jarvis, B. W. Gardunia & D. J. Fairbanks. (2004). A genetic linkage map of quinoa (Chenopodium quinoa) based on AFLP, RAPD, and SSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 109: 1188-1195

Silveira J. A. (1982). Teoría y Cálculo de Máquinas Agrícolas. Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 442 p.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2016). Trilladora de quinua TQi-noa "Jawqaña". Recuperado de https://inta.gob.ar/maquinarias/trilladora-de-quinua-tqi-noa-jawqaña

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN ARREGLO FOTOVOLTAICO CON SEGUIDOR SOLAR

Bonifacio Gaona-Ponce[1*]; Juan Carlos Olguín Rojas[1], Gilberto de Jesús López-Canteñs[1]; Francisco Muñoz-Gómez[1]; Marco Antonio Rojas Martínez[1], Víctor Hugo Betancourt Ortega[1]

[1]Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. CP 56230.
* bgaonap@chapingo.mx

Introducción

El empleo de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica existe desde hace décadas. Al ser una opción de obtención de energía limpia, se han venido realizando mejoras tanto en las celdas solares como en las estructuras que sostienen a estas para realizar la tarea de recibir plenamente los rayos del sol (Rios-Urban, 2017). En el presente se desarrolló un mecanismo electrónico para que la estructura que sostenía un arreglo de cuatro paneles siguiera la trayectoria aparente del sol. Se obtuvo un incremento neto en la eficiencia del arreglo con mecanismo de seguidor solar del 37.49% con respecto a los paneles instalados en forma fija.

Materiales y métodos

Se utilizó sistema fotovoltaico aislado, formado por un arreglo de cuatro paneles fotovoltaicos de 100 Wh, un control de carga con capacidad de 10 A, cuatro baterías de 12 V con capacidad de 115 Ah, un inversor de 2 kW, montados sobre una estructura metálica (Figura 1) con capacidad de 170 grados de giro (Figura 2) para seguir la trayectoria del sol, gobernada por un sistema electrónico dotado de un motorreductor de 12 V.

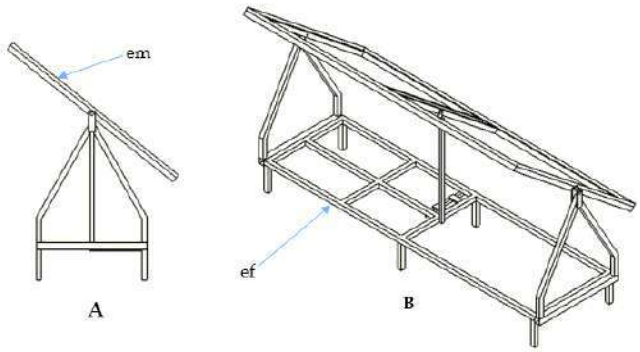


Figura 1. A: Vista lateral y B: vista isométrica de la estructura de soporte para los paneles solares con las modificaciones de diseño realizadas. Donde em: estructura móvil y ef: estructura fija.

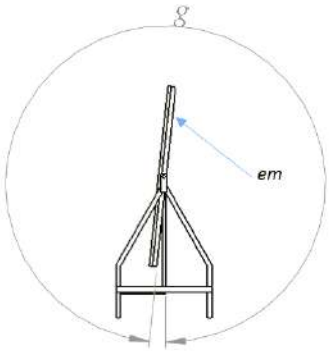


Figura 2. Se muestra que el ángulo "g" inicia desde 5° respecto a la vertical, ya que en el poste de soporte en el centro disminuye la trayectoria de la estructura móvil en 10° de su recorrido total.

En cuanto al sistema electrónico para programar la automatización del movimiento de la estructura móvil se utilizó un Arduino UNO mismo que se encargó de gobernar las instrucciones a un módulo de dos relevadores para llevar a cabo las acciones de encendido y apagado del motor, así como de invertir el giro para el control de la posición de la estructura móvil.

Resultados y discusión

Se recopilaron datos de intensidad de corriente y voltaje generados por los paneles en dos días consecutivos, en uno se mantuvieron los paneles fijos y en el siguiente se utilizó el sistema de seguimiento solar. Se tomaron datos de la radiación y se comprobó que al compararlos el coeficiente de correlación fue igual a 0,99, con lo que se tuvo la certeza de que las condiciones de radiación fueran idénticas.

Con los datos de intensidad de corriente y voltaje se calculó la potencia generada por el conjunto de paneles, obteniendo la gráfica mostrada en la Figura 3.

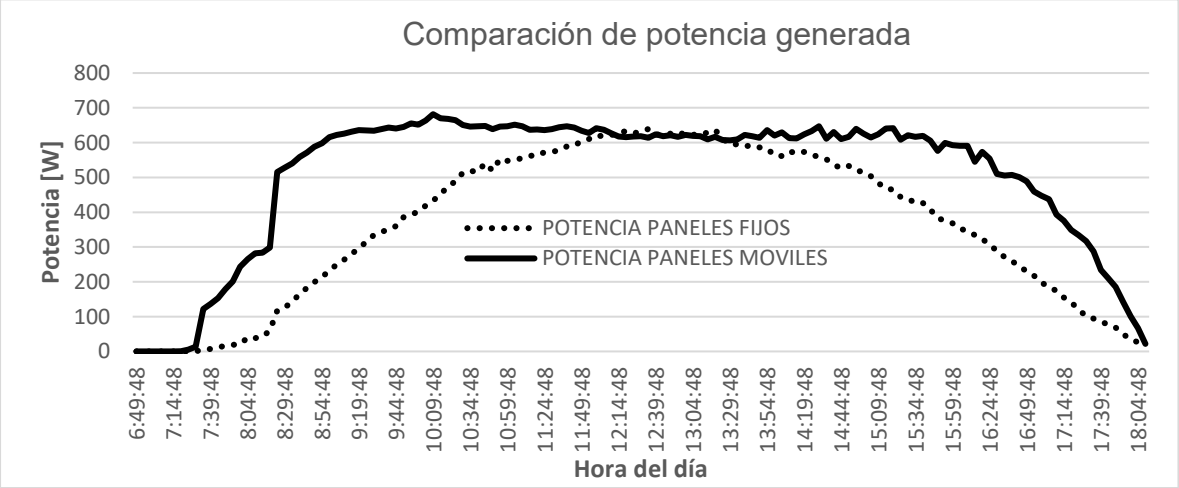


Figura 3. Comparación de potencia generada para ambas modalidades de orientación de paneles fotovoltaicos.

El promedio de la potencia generada en paneles móviles fue de 528.23 W mientras que en paneles fijos fue de 381 W. Con estos datos se calculó el incremento en la eficiencia mediante la fórmula recomendada por Padilla-Romero et al. (2022).

Conclusiones

Con el mecanismo propuesto, se logró seguir la trayectoria del sol por 11.33 horas diarias, logrando tener perpendicular las caras de los paneles con respecto a la incidencia de la radiación.

La automatización del mecanismo de seguimiento solar permitió elevar la generación de energía solar en 37.49% con respecto a los paneles fijos. Este cálculo ya considera el consumo energético del control electrónico y motorreductor.

Literatura citada

Rios-Urban E. (2017). Aplicación de sistemas fotovoltaicos a invernaderos con pared húmeda mediante el análisis teórico-experimental de los balances energéticos. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Chapingo. https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/593cd58a-95f5-422d-95fc-34ca692df8c6

Padilla-Romero, A., Sarango-Loor, E. M., Chamba-Melo, S. C., & Jiménez-Loor, M. E. (2022). Diseño e Implementación de un Seguidor Solar para Aumentar el Rendimiento de Generación. *Polo Del Conocimiento*, *7*(4), 232–263. https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3823

COMPARACIÓN DE LAS TRES COCINAS SOLARES DE CONCENTRACIÓN

Eugenio Romantchik-Kriuchkova; Gilberto de Jesús López-Casteñs; Eduardo Ríos-Urbán

Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola Estado de México, México.
* eugenio.romantchik@gmail.com

Introducción

Las cocinas o estufas solares son dispositivos que permiten cocinar alimentos aprovechando únicamente la radiación del sol, sin usar combustibles fósiles como gas, electricidad o leña. Funcionan concentrando la energía solar en un lugar donde se coloca la olla o recipiente con los alimentos, elevando la temperatura hasta niveles útiles para cocinar. Y se usan reflectores para enfocar los rayos solares en un punto y generar altas temperaturas.
Las cocinas solares tienen los siguientes beneficios (Ojo at al. 2018): - Ambientales: Cero emisiones contaminantes, Protección de bosques, Menos contaminación del aire interior. - Impacto social y económico: Ahorro en combustible, Reducción de carga de trabajo, Mejora de la calidad de vida. - Salud y nutrición: Menor exposición al humo y partículas finas, conservan mejor los nutrientes de los alimentos. - Educación y desarrollo comunitario: La promoción y uso de cocinas solares fomenta el aprovechamiento de energías limpias, la innovación tecnológica comunitaria y la educación en ciencias ambientales, lo que es clave para el desarrollo sustentable.
El objetivo de este trabajo es de comparar las características de dos cocinas solares desarrolladas en el departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola UACH (tubular y puntual) con la de mercado (parabólica). Cada una tiene diferentes parámetros de rendimiento y diseño.

Materiales y métodos

Las dos cocinas solares parabólica tubular y de espejos de concentración en un área fueron diseñados y calculados sus parámetros: superficies de concentración, ángulos de inclinación, los trenes de movimiento, así como las estructuras. Las cocinas fueron construidas en el taller mecánico de DIMA con ayuda del técnico Alberto y de los alumnos de la especialidad Ingeniería Mecánica Agrícola gr. 6. Las pruebas de funcionamiento y termodinámicas se realizaron en Campo Experimental de Energías Renovable DIMA UACH. Durante las pruebas se realizó la orientación manual y se midieron los parámetros ambientales: radiación, temperatura, velocidad de viento, así como tiempo de hervir de 1 y 2 litros de agua y se calculó la eficiencia de cada una.

Resultados y discusión

En la Figura.1 presentan dos cocinas solares de concentración desarrolladas a) tubular, b) puntual y una tradicional c) parabólica. Todas permiten freír y/o asar pero con la necesidad de reorientación, muy fácil de manejo, con alta velocidad de cocción, elevada necesidad de vigilancia y muy reducido de mantenimiento. Diseñados prototipos con sus superficies reflectantes son seguras para la vista.

Una cocina parabólica es una cocina concentradora curva que puede alcanzar rápidamente temperaturas muy altas, pero requiere ajustes frecuentes y muchas precauciones de seguridad (Fig. 2C). Con una potencia estimada de 400 W, son los más caros. El prototipo a escala se integró mediante una arquitectura.

b)

c)

Figura 1. Cocinas solares de concentración: a) tubular, b) puntual, c) parabólica

En el Cuadro 1 se presentan algunas características comparativas entre tres cocinas.

Cuadro 1. Comparación de las cocinas solares de concentración

Características	Tubular	Puntual	Parabólica
Facilidad de acceso ollas	Fácil	Fácil	Reducido
Dimensiones: lxbxh (m)	2.2x0.8x1.2	1.4x1.2x1.4	Diámetro 1.5 x1.6
Material	Acero Inoxidable	Madera + espejos	Aluminio
Temperatura, ºC	260	180	150
Área de reflexión, m^2	1.76	1.62	1.76
Costos, pesos MX	3200	1300	4000-6000

Conclusiones

Las cocinas solares representan una tecnología ecológica, económica y socialmente relevante, especialmente para zonas con alta radiación solar y recursos energéticos limitados. Su uso ayuda a reducir emisiones, mejorar la salud, ahorrar recursos y fortalecer comunidades a través de soluciones sostenibles alineadas con los objetivos de desarrollo mundial. Diseños del DIMA son más efectivos y económicos.

Literatura citada

Samuel, Ojo, Mohammed Baba, and Abasiryu Thlimabari. (2018). “The Ecological, Economical and Social Impact of Adopting Solar Cooking in Mubi Metropolis Adamawa State, Nigeria”. *Journal of Scientific Research and Reports*, 18 (3):1-6. https://doi.org/10.9734/JSRR/2018/37401

VENTILADOR MECÁNICO NO INVASIVO (VMNI), DE PRECISIÓN POSITIVA CONSTANTE (CIPAP) PARA ATENCIÓN DE PACIENTES CON COVID-19 EN ZONAS RURALES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Luis Tonatiuh Castellanos-Serrano[1]*; María Victoria Gómez-Águila [1]; José Alfredo Castellanos-Suárez[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo.Texcoco, Estado de México
*lcastellanoss@chapingo.mx

Introducción

El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud declaró al SARS-CoV-2 como una pandemia, generando un impacto global sin precedentes en la salud pública. Entre las principales complicaciones asociadas a la COVID-19 destacan los trastornos respiratorios, lo que motivó el desarrollo urgente de sistemas de asistencia ventilatoria, incluyendo ventiladores mecánicos no invasivos (VMNI) en modalidades CPAP y BiPAP, bajo lineamientos emitidos por la COFEPRIS en México (Torres-Cantero et al., 2022). En este contexto, la Universidad Autónoma Chapingo impulsa el desarrollo de un prototipo de VMNI bimodal orientado a la atención de pacientes en zonas rurales, el cual integra operación en CPAP y BiPAP, alimentación eléctrica dual (AC y baterías), monitoreo mediante oxímetro de pulso y conectividad Bluetooth para operación remota.

Materiales y Métodos

El proyecto se desarrolló en cuatro etapas: control digital, potencia, generación de flujo y circuito respiratorio, cuya integración permitió diseñar y validar un dispositivo para el control de parámetros respiratorios. El control digital reguló y supervisó las variables operativas, mientras que la etapa de potencia aseguró un suministro eléctrico estable a actuadores y sensores. La generación de flujo empleó mecanismos electromecánicos para regular con precisión el caudal (L/min) y la presión (cm H_2O), y el circuito respiratorio condujo el aire de forma segura hacia el usuario. Adicionalmente, se integró un sensor de oximetría de pulso para el monitoreo en tiempo real de la frecuencia cardiaca (BPM) y la saturación de oxígeno en sangre (%SpO_2).
La figura 1 ilustra el flujo de desarrollo tecnológico del VMNI.

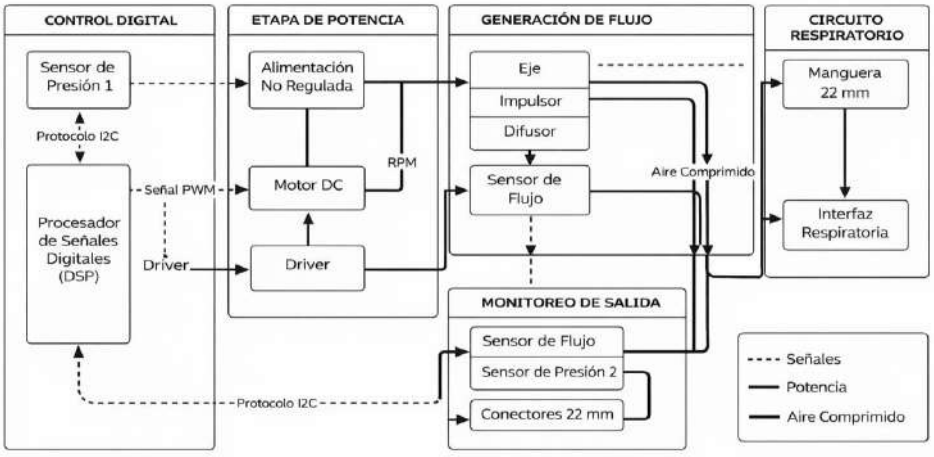


Figura 1. Etapas generales del aparato VMNI Bi-Modal

Resultados y Discusión

El dispositivo incorpora una pantalla LCD TFT de 3.5” (480×320 RGB) que permite una navegación intuitiva mediante tres botones. El sistema de alimentación opera con corriente de 127 V AC o con baterías LiPo (11.1 V, 5000 mAh), con opción de conexión a paneles automotrices vía USB. Asimismo, integra un ventilador centrífugo radial accionado por un motor DC 775 de 10,000 RPM y 36 V, con difusor de 78 mm e impulsor de 70 mm con 16 álabes, optimizando la generación y el control del flujo de aire (Figura 2).

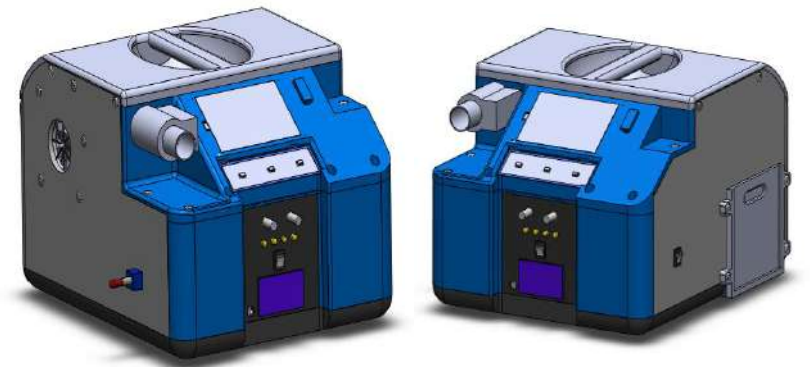


Figura 2. Vista isométrica del modelo final de patente presentado ante el IMPI

El proyecto se inició durante la pandemia y, en un tiempo récord de cuatro meses, se presentó el 4 de octubre de 2021 ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI). Posteriormente, el 6 de septiembre de 2025, se emitió el fallo correspondiente al expediente MX/a/2021/012212, otorgando el título de patente número MX 428012 B con una duración de 20 años (Castellanos, 2025).

Conclusiones

El prototipo, que tiene un peso inferior a 5 kg, fue desarrollado por un equipo interdisciplinario que abarca las áreas de Física, Mecánica, Mecatrónica, Economía y Sociología. Su diseño requiere un complejo proceso de programación para facilitar la ventilación, incluyendo conectividad Bluetooth para el manejo médico a distancia, un oxímetro y un sistema de recarga de batería. Este dispositivo está diseñado para proporcionar ventilación no invasiva en modalidades CPAP y BIPAP, atendiendo así las necesidades específicas de las zonas rurales. En 2025, el IMPI otorgó el título de patente a favor de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACh), consolidando este modelo como una innovación portátil y accesible.

Literatura Citada

Castellanos Serrano, L. T. (2025). Sistema electrónico de control y monitoreo aplicado a un ventilador mecánico invasivo portátil (Patente No. 428012). Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

Torres-Cantero, A. M., León, E. E. Á., Morán-Sánchez, I., Campillo, I. S. L., Morell, E. B., Pereña, M. H., & Martínez-Morata, I. (2022). El impacto de la pandemia de COVID-19 sobre la salud. Informe SESPAS 2022. *Gaceta sanitaria*, *36*, S4-S12.

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS RESIDUAL EN DIGESTATOS DE LA CODIGESTIÓN DE RESIDUOS AVÍCOLAS CON SARGAZO

Salma Madai López-Venegas[1*]; Miriam Sánchez-Aguirre[1]; Thalia Guadalupe Ochoa-Bernal[1]; Félix Rafael Ramírez-Arpide[1]; Teodoro Espinosa-Solares[1].

[1]Laboratorio de Bioprocesos, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco. Estado de México.
[*] al17114639@chapingo.mx

Introducción

En México, la industria avícola representó el 43.93% del volumen total de producción ganadera en 2024 (SIAP, 2025), generando grandes cantidades de residuos como pavaza y pollinaza. Asimismo, el arribo masivo de sargazo en el Caribe y el Golfo de México ha provocado impactos ambientales y económicos significativos (López-Contreras, 2022). La digestión anaerobia de residuos orgánicos se ha consolidado como una estrategia sostenible para la generación de biogás y la valorización energética de subproductos agroindustriales (Kabeyi y Olanrewaju, 2022). Sin embargo, la conversión de la materia orgánica no es completa, por lo que los digestatos resultantes pueden seguir generando biogás, denominado en este estudio como biogás residual (BR), lo que representa una oportunidad para optimizar la recuperación energética del proceso. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la producción de biogás residual a partir de digestatos provenientes de la codigestión de pavaza y pollinaza con sargazo mediante ensayos experimentales.

Materiales y Métodos

Se evaluaron digestatos provenientes de reactores de codigestión pavaza–sargazo (PV-S, 50:50) y pollinaza–sargazo (PL-S, 50:50). Se establecieron microcosmos en botellas serológicas con un volumen de trabajo de 0.25 L de digestato, los cuales funcionaron como unidades experimentales. Estos se incubaron en condiciones mesófilas (37 ± 1 °C) durante 71 días. La producción de biogás se cuantificó periódicamente mediante desplazamiento volumétrico. El pH se midió a lo largo del ensayo con un potenciómetro (Thermo Scientific Orion 5 Star, Singapur). El análisis estadístico consistió en un ANOVA de una vía, seguido de una prueba de Tukey, considerando un nivel de significancia de $\alpha < 0.05$. Adicionalmente, se extrajo ADN al inicio y al final del experimento utilizando el kit PowerSoil DNA Isolation, con el propósito de identificar la composición de las comunidades microbianas a nivel de familia.

Resultados y Discusión

Al término del proceso de digestión, el pH en ambos tratamientos se mantuvo en un rango de 7.6 a 7.9, indicando condiciones estables para la actividad microbiana. En cuanto a la producción de BR, el sistema pavaza–sargazo (PV-S) registró un mayor volumen acumulado (291.19 mL) en comparación con el tratamiento pollinaza–sargazo (PL-S), que alcanzó 204.68 mL. El análisis de las comunidades microbianas a nivel de familia reveló diferencias en su composición entre tratamientos. En PV-S predominaron *Petrotogaceae,*

Thermotogaceae y *Dysgonomonadaceae*, mientras que en PL-S se observaron mayores abundancias de *Porphyromonadaceae, Petrotogaceae y Pseudomonadaceae.*

Conclusiones

El BR depende del tipo de residuo empleado en la codigestión con sargazo, lo que indica que su incorporación puede mejorar la degradación de la materia orgánica y aumentar la recuperación de biogás. Estos resultados contribuyen al diseño de sistemas de digestión anaerobia más eficientes y sostenibles, alineados con la economía circular y la mitigación del cambio climático.

Literatura citada

Kabeyi, M. J. B. y Olanrewaju, O. A. (2022). Producción de biogás y aplicaciones en la transición energética sostenible. *Revista de Energía*, 1–43. https://doi.org/10.1155/2022/8750221

López-Contreras, A. M., VLAG, Núñez Valenzuela, P., Celis García, B., Driegen, J., Huerta Lwanga, E., Domin, P., Polett Gurrola, M., Rosas-Luis, R., Verde Gómez, Y., de Vrije, T., FBR Bioconversion, & Soil Physics and Land Management. (2022). Sargazo en México: de problema ambiental a recurso valioso. Wageningen Food & Biobased Research.

SIAP. (2025). Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Gob.mx. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_pecuario/

CONTROL SIMPLE DE TEMPERATURA DEL AIRE Y DPV EN UN INVERNADERO CON VENTILACIÓN NATURAL, CALEFACCIÓN Y NEBULIZACIÓN

José Eduardo Rosales-Vicelis[1]; Efren Fitz-Rodríguez[1*], Luis Javier Luis-Luis[1]; Jorge Antonio Peña-Chávez[1], Irineo Lorenzo López-Cruz[1]; Raquel Salazar-Moreno[1]
[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo,
km 38.5 carretera México-Texcoco. 56230. Chapingo, Estado de México.
* efitzr@chapingo.mx

Introducción

La temperatura del aire y la diferencia de presión de vapor (DPV) son dos variables climáticas que afectan la mayoría de los procesos fisiológicos en las plantas, y consecuentemente afectan su desarrollo y crecimiento. Estas variables regulan la conductancia estomática, la tasa de fotosíntesis foliar, la transpiración del cultivo y la potencial condensación en el invernadero (Shamshiri et al. 2018). Debido a la importancia de estas variables, es crucial implementar sistemas de control simples y eficientes en invernaderos de baja y mediana tecnología que permitan estabilizar el microclima dentro de rangos idóneos y óptimos para garantizar la calidad y el rendimiento de los cultivos.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló en el invernadero del Laboratorio de Modelación y Automatización de Biosistemas de la Universidad Autónoma Chapingo, el cual está equipado con un sistema de calefacción de emergencia, un sistema de nebulización de alta presión y ventilación natural. El sistema de control implementado consta de relevadores de estado sólido y mecánicos para accionar los actuadores de los sistemas (motores, bombas y calefactores de aire), sensores de temperatura del aire y humedad relativa modelo HMP60 (Vaisala Oyj., Vantaa, Finland), y dos registradores de datos modelos CR1000 y CR1000X (Campbell Sci., Logan UT, EE. UU.) comunicados en tiempo real mediante el protocolo TCP/IP. Se implementaron dos algoritmos ON/OFF: el primero regula la temperatura del aire, utiliza el Datalogger B para realizar las mediciones y controlar la temperatura nocturna (de 5 a 6.2 °C) por medio de la calefacción y el Datalogger A para controlar la temperatura diurna (de 23 a 26 °C) mediante la ventilación natural gradual. El segundo algoritmo (Figura 1) integra el algoritmo anterior y el control de la DPV. Cuando el Datalogger A detecta valores de DPV superiores a 1.4 kPa, fuerza la ventilación y envía una señal TCP/IP al Datalogger B para habilitar la nebulización, controlando la DPV diurna (1.2 a 1.4 kPa) y desactivando este ciclo cuando el valor de la DPV desciende de 0.9 kPa.

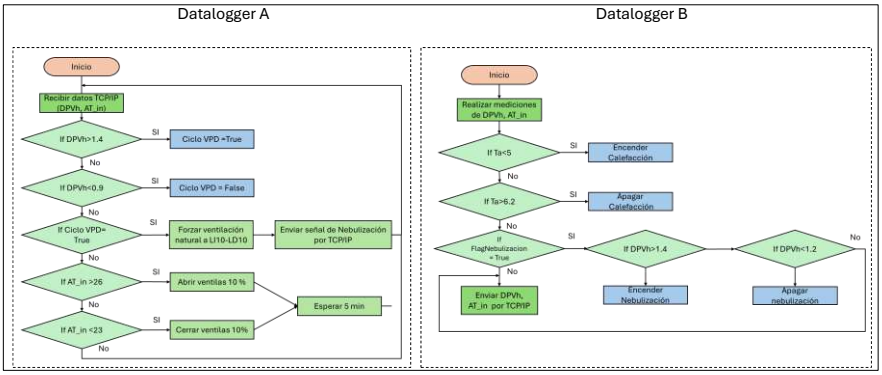
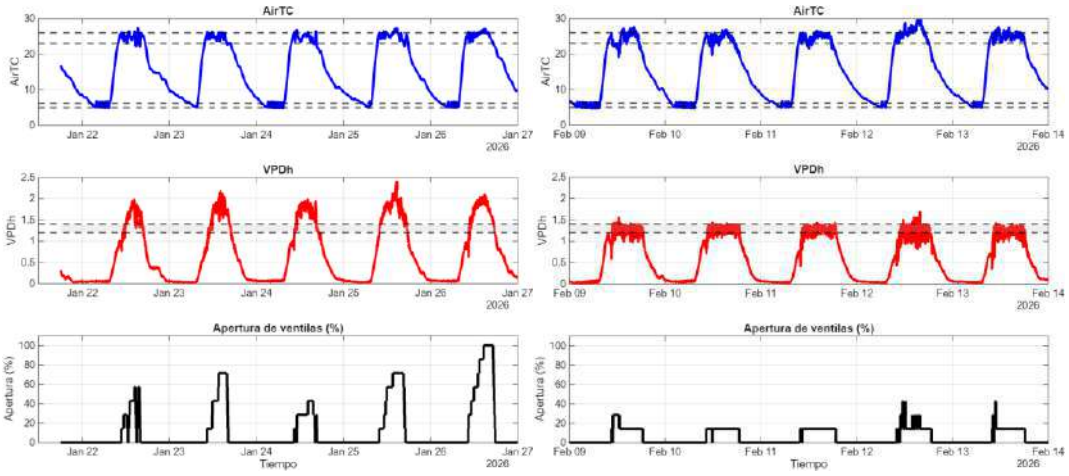


Figura 5. Algoritmo de control ON/OFF de temperatura del aire y DPV en el invernadero.

Resultados y discusión

El algoritmo de control ON/OFF mantiene exitosamente la temperatura del aire dentro de los rangos establecidos. Durante la noche, el sistema estabiliza la temperatura del aire cerca del límite inferior establecido (5 °C a 6 °C) mediante la calefacción por aire caliente. Mientras que, en el día también se mantiene por medio de las aperturas escalonadas de las ventilas laterales, llegando a su máxima capacidad (100 %) cuando la temperatura exterior se encontraba cerca del rango superior establecido.



a) b)

Figura 6. a) Resultados de control de temperatura por ventilación natural. b) Resultados del control de temperatura del aire y DPV.

Sin embargo, bajo este primer control, la DPV supera los niveles óptimos, registrando picos mayores a 2.0 kPa. Por el contrario, al evaluar el segundo algoritmo que integra la nebulización (Figura 2b), el sistema logra abatir exitosamente la DPV, manteniéndolo dentro del rango establecido (1.2 - 1.4 kPa) en las horas críticas. Esta regulación acoplada disminuye drásticamente la apertura de las ventilas (operando predominantemente cerca del 15 %) para evitar la fuga de humedad, logrando un balance adecuado que retiene la humedad sin comprometer la estabilidad de la temperatura diurna.

Conclusiones

El sistema de control ON/OFF implementado demostró ser altamente efectivo para la gestión del microclima en invernaderos de baja y mediana tecnología. Aunque el algoritmo simple de control mediante ventilación y calefacción logró mantener los rangos de temperatura deseados, la DPV fue superior a los niveles óptimos durante el día. Por el contrario, la implementación del segundo algoritmo comprobó que la integración del sistema de nebulización mantiene la DPV en rangos óptimos (1.2 a 1.4 kPa) durante las horas críticas.

Literatura citada

Shamshiri, R. R., Jones, J. W., Thorp, K. R., Ahmad, D., Man, H. C., & Taheri, S. (2018). Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: A review. *International Agrophysics*, 32(2), 287-302.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL PARA UN SECADOR SOLAR TIPO INVERNADERO

Raúl Delín-Ceme[1*]; Jorge Aguilar-Martell[1]; Efrén Fitz-Rodríguez[2]; Irineo L. López-Cruz[2]

[1]Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, [2]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo.
km 38.5 carretera México-Texcoco, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. México
* rauldelin4@gmail.com

Introducción

El secado solar es una técnica ampliamente utilizada para la conservación de productos agrícolas debido a su bajo costo energético y simplicidad operativa. Entre las distintas configuraciones de los secadores solares, el de tipo invernadero destaca por su capacidad de elevar considerablemente la temperatura del aire al interior y por lo tanto elevar la capacidad de evaporación de agua de los materiales a deshidratar. Uno de los principales desafíos de este tipo de sistemas es la variabilidad de las condiciones climáticas, lo que puede generar fluctuaciones térmicas que afecten la calidad final del producto. En este sentido se plantea la incorporación de un sistema de monitoreo y control de la temperatura del aire que permite optimizar el proceso de secado, mejorando la eficiencia y calidad de secado. El sistema integra sensores AHT20 y BMP280, un sistema de adquisición de datos basado en ESP32 y un esquema de control de lazo cerrado para controlar los flujos de aire en el secador.

Materiales y métodos

El secador consiste en una estructura tipo túnel con cubierta de policarbonato traslucido y con piso de concreto. Las dimensiones del secador son: 4.2 x 2.2 x 2.4 m, de largo, ancho y alto, respectivamente (Figura 1). Al secador se le acopló un ventilador extractor para variar el flujo másico que entra y sale del secador.

Figura 7. Modelo 3D del secador solar indicando la ubicación de los pods de medición, e imagen del interior del secador solar construido.

Resultados y discusión

Para controlar las condiciones de secado de los productos a deshidratar, se implementó un sistema de monitoreo de las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa) y sistema de control del flujo de aire. Se instalaron tres puntos de medición diseñados para caracterizar térmica y psicométricamente (ASHRAE, 2017) el flujo de aire a lo largo del secador (Figura 1).

El primer “pod” de medición está ubicado en la entrada de aire, se encarga de medir la temperatura y humedad relativa del aire que ingresa al secador. El segundo se encuentra instalado dentro de la cámara de secado (interior del deshidratador), encargado de registrar las condiciones internas del proceso, de igual forma, integra un sensor infrarrojo que medirá la temperatura de la superficie del producto. El tercero se encuentra localizado en la salida de extracción de aire, con este se puede medir la temperatura del aire de escape, lo que facilita el análisis del comportamiento térmico del sistema (Esper 1998, 2013). Cada uno de los “pods” de medición está equipado con un microcontrolador ESP32 C3 super Mini, el cual está encargado de la adquisición y transmisión inalámbrica de los datos de temperatura y humedad relativa. Estos dispositivos se comunican mediante WIFI con un centro de control principal, lo que permite una integración y procesamiento centralizado de la información en tiempo real (Figura 2).

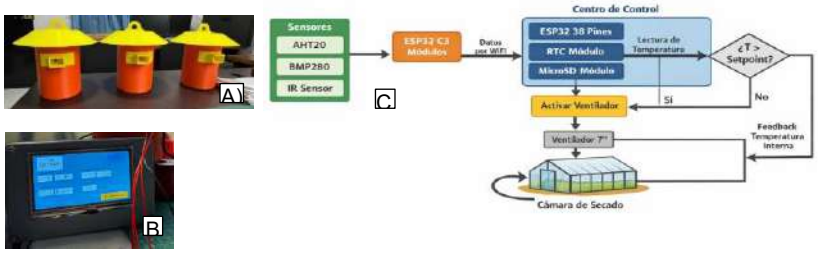


Figura 8. A) Prototipo de módulos de medición implementados en los puntos de medición (1, 2 y 3) en el secador solar. B) interfaz de usuario que muestra las mediciones y estrategia de control y C) Diagrama del sistema de control

El centro de control está constituido por un microcontrolador ESP32 de 38 pines, que actúa como la unidad principal de procesamiento del sistema. Este centro de control recibe los datos recabados en cada módulo distribuido a lo largo del secador solar, con base en los cuales, y dependiendo de los requerimientos del producto (Mujumdar, 2014), ejecuta el algoritmo de control térmico activando la velocidad de rotación del ventilador extractor de 8 pulgadas.

Conclusiones

La implementación de un sistema de monitoreo y control de las variables críticas en un secador solar tipo-invernadero, permite optimizar el proceso de deshidratación y, en consecuencia, mejorar la calidad del producto final. La regulación de la temperatura interna mediante un esquema de control automático contribuye a reducir las fluctuaciones térmicas generadas por las condiciones ambientales. Asimismo, el desarrollo de este sistema, además de ser de bajo costo y accesible, representa una mejora significativa en la calidad de los productos secados, demostrando que la integración de tecnología electrónica en procesos agrícolas puede generar un impacto considerable en eficiencia y estabilidad productiva.

Literatura citada

Esper, A., & Mühlbauer, W. (1998). Solar drying—An effective means of food preservation. *Renewable Energy, 15*(1–4), 95–100.

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar engineering of thermal processes (4th ed.). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781118671603

Mujumdar, A. S. (2014). *Handbook of industrial drying* (4th ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b17208

SISTEMA DE CALEFACCIÓN SOLAR CON TUBERÍA RADIANTE EN INVERNADEROS - UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE

Efrén Fitz-Rodríguez[1*]; José Eduardo Rosales-Vicelis[1]; Luis Javier Luis-Luis[1]; Raquel Salazar-Moreno[1]; Irineo L. López-Cruz[1]

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo.
km 38.5 carretera México-Texcoco, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. México

*efitzr@chapingo.mx

Introducción

El control de la temperatura del aire en sistemas de producción en invernaderos resulta fundamental para los cultivos, sobre todo en regiones con climas templados o fríos. Cuando no se tiene sistemas de control del ambiente, la productividad de los cultivos se ve afectada o se limita a ciertas estaciones del año. Durante las épocas de invierno y durante la noche, cuando la temperatura del aire es más baja, es cuando principalmente se activan los sistemas de calefacción (ya sea por aire o agua caliente). Los sistemas de calefacción tradicional dependen principalmente de combustibles fósiles, sin embargo, la implementación sistemas basados en energías renovables plantean sistemas de producción sustentables (Chel y Kaushik, 2010).

En este sentido en esta investigación se propone la implementación de un sistema de calefacción solar, basado en la implementación de colectores solares de tubos de vacío que calienten el agua que circula en estos, y que se almacena en un tanque aislado térmicamente. El agua caliente almacenada se hace circular en un invernadero por un sistema de tuberías radiante cuando se requiere elevar la temperatura del aire durante la noche.

Materiales y métodos

Se implementó un sistema de calefacción solar (Figura 1), el cual consiste de: a) 10 colectores con 30 tubos de cristal al alto vacío cada uno , conectados en dos series (de 5 calentadores cada una) en paralelo; b) un tanque de almacenamiento de agua de 10,000 L, con aislamiento térmico Thermaflex de 2.54 cm de espesor, c) bombas de recirculación y distribución de agua caliente, y d) una red de tuberías de acero de 7.62 cm de diámetro para la distribución de agua caliente dentro del invernadero y e) instrumentación para el monitoreo y control del sistema de calefacción. Este sistema se instaló en un invernadero mono-bahía de 300 m^2, con cubierta de polietileno, y con sistema de ventilación natural, ubicado en el Laboratorio de Modelación y Automatización de Biosistemas de la Universidad Autónoma Chapingo.

Resultados y discusión

El sistema de calefacción solar propuesto no solo reduce o elimina el uso de combustibles fósiles, dado que ya no se usa gas natural o gas LP, como medio energético en el sistema de calefacción. Sino que, ahora con la radiación del sol que se capta en forma de energía térmica, esta se almacena; y se distribuye en el momento que se requiere para mantener a los cultivos del invernadero en un ambiente más favorable.

Con el sistema propuesto se puede extender el ciclo de los cultivos durante todo el año, inclusive en la época de invierno, cuando de manera tradicional no se producen cultivos en la región.

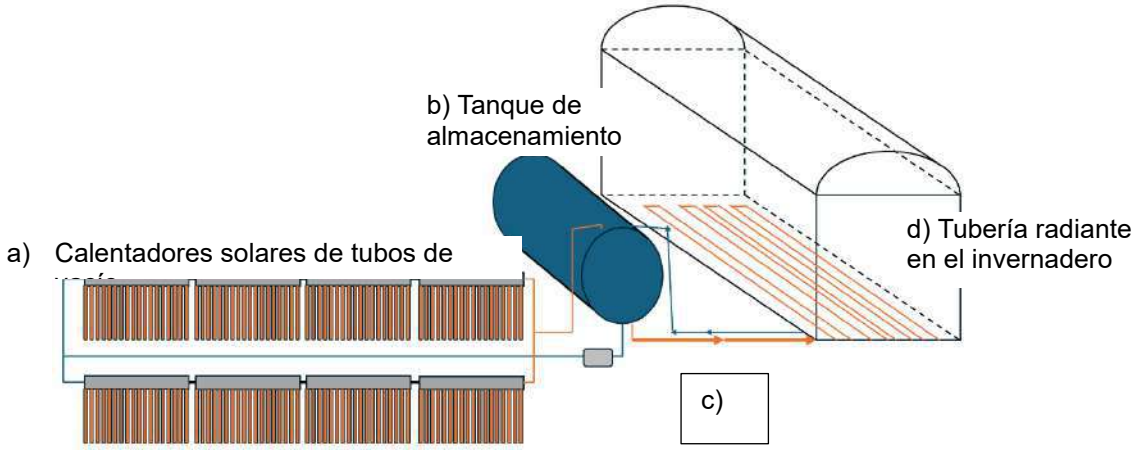


Figura 1. Sistema de calefacción solar con tubería radiante para invernadero.

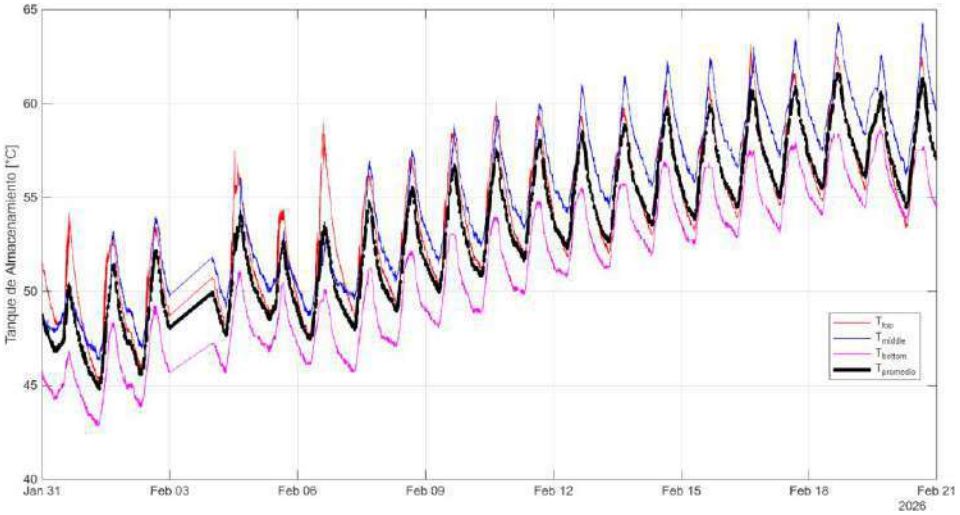


Figura 2. Temperatura del agua en el tanque de almacenamiento durante el mes de febrero.

Conclusiones

La captación y almacenamiento de energía durante el día (equivalente a 250 MJ aproximadamente) permite elevar la temperatura del agua 6 °C en el tanque de almacenamiento, durante 8 horas de máxima radiación solar diarias, logrando una temperatura promedio entre 57 y 62 °C, la cual es suficiente para distribuir esa energía en el periodo más frio de la noche para mantener una temperatura del aire adecuada para los cultivos.

Literatura citada

Chel, A. y Kaushik, G. 2010. Renewable energy for sustainable agriculture. *Agron Sustain Dev*; 31:91-118

Tiwari, G. 2002. Solar Energy: Fundamentals, Design, Modelling and Applications. Alpha Science Int'l Ltd. 525 p.

TRATAMIENTO ELECTROQUÍMICO MODIFICADO PARA LA REMOCIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS CON NÍQUEL

Carlos Posadas-Cano[1*]; Miguel Ángel López-Ramírez[1,2]; Olaya Pirene Castellanos-Onorio[3]

[1]Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre
[2]Universidad Abierta y a Distancia de México
[3] Instituto Tecnológico de Veracruz.
* 200i0107@martineztorre.tecnm.mx

Introducción

El agua es fundamental para la vida y se emplea diariamente en la agricultura, industria y hogares, entre muchas otras más. Debido a eso, se reconoce como el recurso natural más preciado del planeta, por lo tanto, es esencial preservar y proteger sus fuentes naturales, para asegurar su sostenibilidad y sus adecuados usos para las generaciones actuales y futuras (Caviedes-Rubio et al., 2015), sin embargo, el aumento de la presencia de metales pesados en el agua se atribuye por la liberación de efluentes provenientes de la industria, convirtiéndose en el principal desafío de contaminación a nivel global, ante esto, los niveles de metales en el agua han superado los límites aceptados. Al verter aguas residuales con altos niveles de metales pesados, como Pb (II) y Ni (II), en entornos naturales causan efectos nocivos en plantas, animales y seres humanos (López et al., 2024) y sus consecuencias de las concentraciones químicas, los seres humanos en lo más alto las redes tróficas pueden llegar a presentar problemas de cáncer, dificultades en la reproducción e incluso la muerte. Los metales pesados pueden causar problemas de salud a largo plazo al alcanzar niveles elevados en el cuerpo (Grijalva et al., 2020).

El objetivo de la presente investigación es evaluar el proceso de electrocoagulación como tratamiento de aguas residuales enriquecidas con níquel mediante cátodos de aluminio en diferentes voltajes y concentraciones de reactivo Fenton en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre.

Materiales y métodos

El tratamiento Electro-Fenton se desarrolló en dos distintas condiciones, a un pH 8 y 10 y un voltaje de 17.5 y 19 V., a una concentración de 150, 300 y 450 ppm de Sulfato ferroso con 0.20 ml de peróxido de hidrógeno, por triplicado a 1 hora de proceso con una concentración inicial de 60 ppm de níquel.

Resultado y discusiones

El tratamiento electroquímico llamado Electro-Fenton, presentó óptimos resultados con respecto a la cantidad de níquel presente en el agua, obteniendo una remoción del 97.5 % del contaminante, en un pH 8, un voltaje de 17.5 V y con 150 ppm de reactivo Fenton (Sulfato ferroso); con respecto a sus parámetros iniciales de pH, conductividad y sólidos disueltos, estos presentan cambios notorios para su reutilización; López-Ramírez et al., (2024) obtuvieron una remoción del 97.5 % de níquel con este mismo tratamiento, en distintas condiciones, con un pH 10, un voltaje de 19 V y con 150 ppm de reactivo Fenton (Sulfato ferroso), resaltando que los resultados de este tratamiento dependen del pH, tiempo de retención, tipos de electrodos, la separación entre ellos y la concentración del contaminante.

Conclusión

Los procesos de oxidación avanzada, como la electrocoagulación modificada con reactivo Fenton muestran resultados una remoción máxima del 97.5 %, es decir, se logró reducir de 60 ppm a 1.5 ppm de níquel presente en el agua, empleando un voltaje de 17.5 V., un pH de 8 unidades, una proporción de reactivo Fenton en 150 mg y un tiempo de 60 minutos. Así mismo, los tratamientos electroquímicos son considerados ecológicos, ya que emplea electricidad de fuentes limpias y no reactivos peligrosos, y así poder disminuir las cargas orgánicas e inorgánicas.

Literatura citada

Caviedes-Rubio, D. I., Muñoz-Calderón, R. A., Perdomo-Gualtero, A., Rodríguez-Acosta, D. y Sandoval-Rojas, I. J. (2015). Tratamientos para la remoción de metales pesados comúnmente presentes en aguas residuales industriales. *Dialnet. Revista Ingeniería y Región, 13*(1), 73-90. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5432290

Grijalva-Endara, A. M., Jiménez-Heinert, M. E., Ponce-Solórzano, H. X. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. *Recimundo. Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento, 4*(4), 79-93. http://recimundo.com/index.php/es/article/view/883

López-Ramírez, M. A., Castellanos-Onorio, O. P., Lango-Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M. R., Montoya-Mendoza, J., Díaz-González, M., Ortíz-Muñiz, B. (2024). Evaluación de un proceso de electrocoagulación modificado por el reactivo Fenton. *Nature Environment and Pollution Technology. International Quarterly Scientific Journal, 23*(2), 1007-1016. https://neptjournal.com/upload-images/(34)D-1579.pdf

METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN EFICIENTE DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO EN POZOS PROFUNDOS DE AGUA PARA RIEGO Y DOTACIÓN DE AGUA POTABLE EN ACUÍFEROS SOBREXPLOTADOS O ABATIDOS

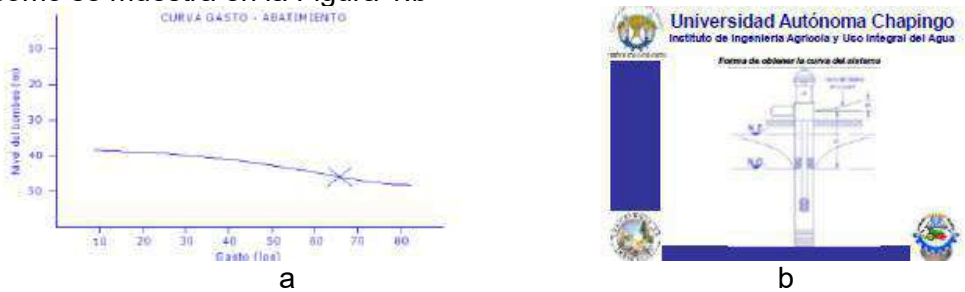
Mauricio Carrillo García[1*], Jorge Víctor Prado Hernández[1], Yessica Alejandra Gómez-Pérez[2]; Rubén Velasco Hernández[1]
[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. de México.
[2] TECNM-Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala.
* mcarrillog@chapingo.mx

Introducción

las fuentes de abastecimiento de agua para dotación en sistemas de riego y agua potable en México y en el mundo en zonas donde son inexistentes las fuentes superficiales, son principalmente las aguas subterráneas, éstos depósitos de agua se están abatiendo o agotando por el crecimiento excesivo de las poblaciones, debido una creciente demanda de alimentos y volúmenes de agua para para ser utilizada tanto en la agricultura y consumo humano lo cual ocasiona que se sobrexplote o se abate el acuífero debido a la falta de una manejo adecuado, por esta razón los dinámicos de los acuífero dentro de los pozos dinámicos cada vez se profundicen más y con ello la extracción del agua se haga a profundidades mayores consumiendo más cantidad de energía para el mismo gasto, incrementando su costo, debido a que se seleccionan equipos de bombeo con para que sigan trabajando al final de su vida útil a mayor profundidad consumiendo mayores cantidades energía y sobre todo no trabajando en su eficiencia máxima, En México casi en su totalidad de los 653 acuíferos se encuentran sobrexplotados a excepción de las zonas húmedas del del sur. Existen muchos acuíferos con estrés hídrico por el excesivo bombeo por la demanda de la población como es el caso del Valle de México, Celaya, Sonora etc. (CONAGUA 2023) por esta razón se presenta en este trabajo una metodología para que de forma sencilla y efectiva el equipo de bombeo que trabaje eficientemente durante su vida útil, eligiendo el equipo que pueda mantener la mayor eficiencia durante su vida útil como alternativa a los variadores de frecuencia que tienen algunas limitaciones en determinados casos.

Materiales y métodos

La metodología se basa en el comportamiento de las Profundidades del Nivel Dinámico (PND) contra los caudales extraídos obtenida la prueba de aforo del pozo para obtener el rendimiento óptimo del acuífero mediante la Figura 1.a (PNDy, Q), y con características constructivas del pozo se hace una propuesta del equipo de bombeo para el caudal óptimo. Con ello se elabora una curva del sistema Carga Dinámica de la bomba ($H_{B)}$ a veces (CDT) como se muestra en la Figura 1.b



a b

Figura 1. Curva de aforo del pozo (a). Curva del sistema del equipo de bombeo (b).

Resultados y discusión

Con la información disponible, se presenta una metodología parta seleccionar un equipo de bombeo para pozo profundo con un ejemplo práctico y de acuerdo a ésta metodología se encuentra el valor de caudal o gasto Q y la carga de operación real H_B y con ello se puede hacer una propuesta de equipo de bombeo, proponiendo un procedimiento como el obtenido por Carrillo G .M. et al., (2017), para el mejor equipo seleccionado durante su vida útil reduciendo los consumos energéticos al trabajar en máxima eficiencia.

Metodología Propuesta

Obtener la curva de aforo del pozo y obtener el caudal óptimo que produce el acuífero.

Seleccionar una bomba candidata para ese caudal y obtener la curva del sistema.

Proponer diferentes bombas posibles e interceptar las curvas características y obtener la bomba que de la máxima eficiencia para el caudal deseado.

Para el año considerado proponer curvas del sistema para los años que dure la vida útil del bombeo y encontrar la que de mayor eficiencia durante el abatimiento del acuífero.

El equipo seleccionado será el mejor elegio y si es posible compararlo con los que usen variadores de frecuencia o motores de corriente directa. Se presenta un ejemplo de bomba sumergible de pozo profundo

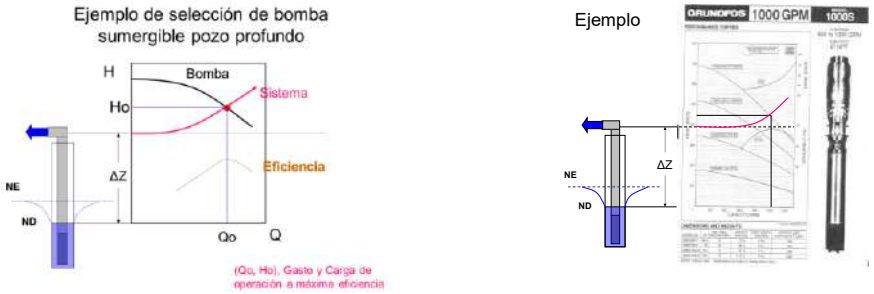


Figura 2. Ejemplo de una selección eficiente.

Conclusiones

Con esta metodología propuesta, se mantiene durante todo el tiempo de trabajo de los equipos de bombeo en pozos profundos sobrexplotados trabajando eficientemente

Literatura citada

Carrillo-Garcia Mauricio, Gaona-Ponce, B. & Gómez-Pérez, Y. A. (2014). Irrigation Pumping plant efficiency in wells in eastern Valley of Mexico. Montreal, Quebec Canada july 13 – july 16. (doi: 10.13031/aim.20141912705).

Carrillo G., M., Gómez P., Y. A., Valle G., S., Prado H. J. V. (2016). Behavior of groundwater levels in Texcoco aquifer (1507) when they are lowered by excessive pumping from 1968 through 2014. ASABE annual international meeting sponsored by ASABE. Orlando, Florida july 17-20, doi: 10.13031/ids.20 2462745 paper number: 2462745

CONAGUA. (2023). Estadísticas del agua en México 2023. Disponible en: https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/descargas/pdf/eam2023_f.

Gómez Pérez, Y. A., Carrillo G., M., Echeverria, E., Prado H. J. V. & Navarro, H. I. (2018). Analysis of Hydrometric Conditions of the Four Aquifers of Tlaxcala State, for Irrigation Purposes, *In*: ASABE Annual International Meeting, Detroit, Michigan, July 29-August DOI: https://doi.org/10.13031/aim.20 1801057 Paper Number: 1801057

Carrillo-García M., Gómez-Pérez, Y. A., Navarro-Gómez, H. I., Prado-Hernández, J. V. & Arellano-Choca, H. R. (2017). Pumping Plants Selection for Irrigation Water Wells to Contribute to Efficient Energy Use in Depleted Aquifers. *In*: 23rd International Congress on Irrigation and Drainage, ICID Transaction No. 33: 239-240. ISBN: 978-81-89610-24-1

ADMINISTRACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA MEDIANTE PERT: UN ESTUDIO DE CASO

[1]*Ma. Magdalena Sánchez Astello
[1]*Profesor Investigador Departamento de Irrigación Universidad Autónoma Chapingo, mastello83@hotmail.com y msancheza@chapingo.mx.

Introducción

La infraestructura hidroagrícola es esencial para la gestión eficiente del agua en la agricultura, permitiendo el riego controlado y la conservación de recursos hídricos en zonas agrícolas. La administración efectiva de las obras asociadas con esta infraestructura es crucial para asegurar que los proyectos se completen a tiempo, dentro del presupuesto y con la calidad requerida. No obstante, los proyectos de infraestructura hidroagrícola como cualquier otra obra presentan desafíos como el incremento de costos, retrasos y problemas técnicos, entre otros, lo cual puede comprometer su efectividad y término. La construcción de la infraestructura hidroagrícola en México es considerada obra pública y se debe de administrar como tal. Este trabajo aplica la metodología de administración de obras PERT (Program Evaluation and Review Technique) a un sistema de riego por aspersión fija en el Ejido San Antonio, Tlalixcoyan, Veracruz, para conocer las probabilidades de terminación del proyecto y tomar las decisiones necesarias para terminar en un lapso determinado.

Materiales y métodos

Este proyecto se dividió en conceptos de trabajo (CT) y se obtuvo su catálogo con un presupuesto de $2,014,598.23 (Muñoz y Rosas, 2019). Se conformaron las actividades del proyecto a partir de los CT para construir la red. Para PERT se utiliza una distribución de probabilidad basada en 3 estimaciones del tiempo de ejecución para cada actividad (te_A): optimista (*a*), tiempo que tomaría una actividad sin contratiempos; pesimista (*b*), tiempo con condiciones muy desfavorables; y más probable (*m*), tiempo realista para completar la actividad, con estos obtiene:

$$te_A = \frac{a+4m+b}{6} \quad (1)$$

Donde *m* = el tiempo medio calculado por los proyectistas, para la determinación de *a* y *b* se utilizan los coeficientes eficiencia de mano de obra propuestos por SRH (1963) y citado por Arteaga (2018) en cuanto a las condiciones de la obra y de su administración, donde a = 84% de eficiencia y b = 71.3% de eficiencia con respecto a *m.*

Para calcular la variación de los tiempos inciertos de terminación de la actividad, se calcula su desviación estándar (σ):

$$\sigma_{Actividad} = \frac{b-a}{6} \quad (2)$$

Con la te_A de cada actividad se determina la ruta crítica (RC) del proyecto, sin embargo, las variaciones de los tiempos de las actividades que se encuentran en la RC pueden llegar a afectar la terminación del proyecto, para conocer este efecto de incertidumbre, se calcula la σ de la RC con las σ de las actividades que forman esta:

$$\sigma_{proyecto} = \sqrt[2]{\sigma^2_{Actividad\ 1\ de\ la\ RC} + \sigma^2_{Actividad\ 2\ de\ la\ RC} + \cdots \ldots \sigma^2_{Actividad\ n\ de\ la\ RC}} \quad (3)$$

Render (2012) señala que PERT supone que los tiempos de las actividades son independientes, también que el tiempo total de terminación del proyecto completo sigue una distribución de probabilidad normal (Z):

$$Z = \frac{Fecha\ de\ entrega\ del\ proyecto - Fecha\ esperada\ de\ terminación\ del\ proyecto}{\sigma_{proyecto}} \quad (4)$$

Resultados

La red del proyecto se muestra en la Figura 1. Se determina la RC igual a CDIKMPRST. El *te* es de 121 días, la $\sigma_{proyecto}$ = 3.2446. Con este valor se calcula la probabilidad de terminación del proyecto, en diferentes fechas de entrega, ver Figura 2.

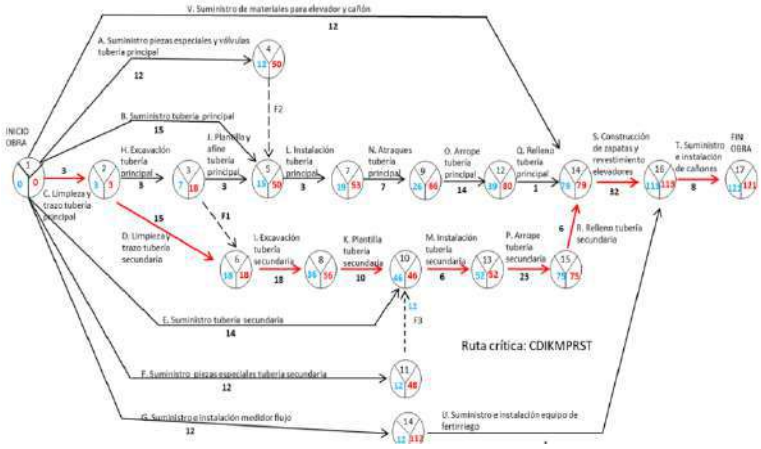


Figura 1. Red del proyecto.

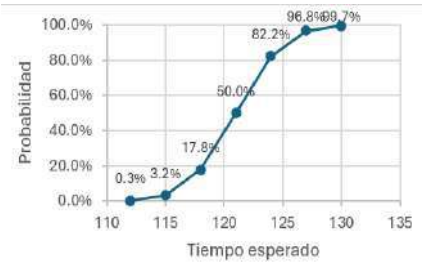


Figura 2. Probabilidad de ejecutar la obra en los tiempos esperados.

Conclusiones

PERT calcula los tiempos esperados de finalización de las actividades, considerando las variaciones optimistas y pesimistas. La duración estimada del proyecto es de 121 días, con una $\sigma_{proyecto}$ de 3.2 días. La probabilidad de concluir el proyecto en el tiempo planeado de 118 días es de 17.8 %, sugiriendo la necesidad de considerar un margen de seguridad para mitigar riesgos. Para una probabilidad mayor al 50 % de terminar la obra es arriba de los 121 días y para un 99.7 % es de 130 días.

Literatura citada

Arteaga T. E. (2018). Proyecto de minipresas de almacenamiento. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, p. 181.

Muñoz O. A. & Rosas P. L. F. (2019). Determinación de costos directos en un sistema de riego por aspersión fija para caña y pasto. Tesis profesional. Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp. 62, 74, 246-248 y 256.

Render, B., Ralph M. & Michael E. (2012). Métodos cuantitativos para los negocios. Undécima edición Pearson Educación, México, pp. 464-470.

CALIBRACIÓN DEL MODELO AQUACROP APLICADO AL CULTIVO DE ESPÁRRAGO (*Asparagus Officinalis*) EN CABORCA, SONORA

Gamaliel López-Hernández[1*]; Irineo L. López-Cruz[1]; Agustín Ruíz-García[1]; Luis A. Soriano-Avendaño[1]; Fidencio Cruz-Bautista[2]

[1] Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, Universidad Autónoma Chapingo, 56230 Chapingo, México.

[2] Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, 83200 Hermosillo, Sonora, México.

* gm.lopher@gmail.com

Introducción

La calibración o estimación de parámetros del modelo AquaCrop es un paso fundamental para garantizar su precisión y aplicabilidad en diversas condiciones agroclimáticas. Este proceso permite ajustar los parámetros del modelo para reflejar adecuadamente el comportamiento de cultivos específicos bajo diferentes regímenes de riego y prácticas de manejo agrícola. La calibración implica la adaptación de los parámetros del modelo para que las simulaciones coincidan con los datos observados en condiciones específicas. En este trabajo se realizó la calibración empleando una función de optimización para resolver problemas de mínimos cuadrados no lineales.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una parcela con cultivo de espárrago localizada geográficamente en las coordenadas 30°38’ N y 112°11’ O, Caborca, Sonora, México (Cruz-Bautista et al., 2023). Se utilizó el modelo Aquacrop-OS para simular el desarrollo de la cubierta vegetal (CC) y la biomasa aérea (B), el modelo requiere relativamente pocos datos de entrada y genera resultados satisfactorios, el modelo estima la biomasa a partir de la suma de la transpiración afectada por un factor de productividad del agua. La cobertura vegetal mediante una función compuesta por las siguientes etapas: desarrollo, senescencia y maduración, una explicación más detallada del modelo se encuentra en Steduto et al. (2009). Las variables de entradas medidas in situ se recopilaron en el año 2019, estas variables se muestran en la Figura 1.

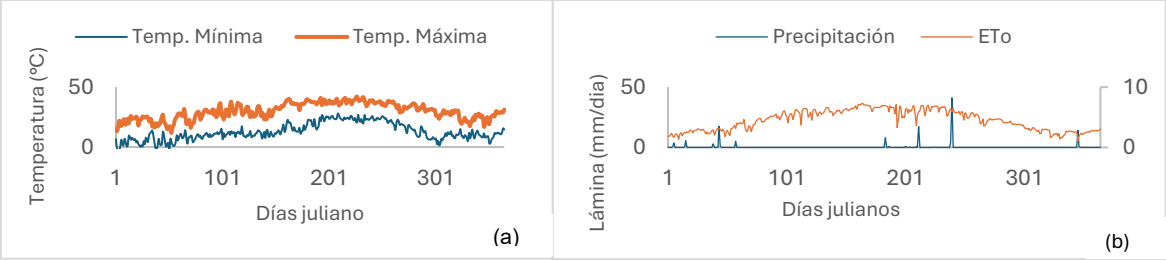


Figura 1. 1a. Temperaturas mínimas y máximas. 1b. Precipitación y evapotranspiración.

La calibración del modelo AquaCrop se formuló como un problema de optimización, cuyo objetivo principal fue minimizar la diferencia entre las simulaciones del modelo y las observaciones de cobertura vegetal y biomasa. Para ello se seleccionó un subconjunto de parámetros influyentes obtenidos a partir del análisis de sensibilidad tales como GDD_up, Tbase, Kcb, WP, CCx, fsink, GDD_lo y Maturity. La función objetivo fue la siguiente: $SSE = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\sigma_i^2} [y_i - f(x_i;\theta)]^2$, donde y_i representa los datos observados, $f(x_i;\theta)$ las simulaciones del modelo con parámetros θ, y σ_i^2 la varianza asociada con cada observación. Las métricas

desempeño fueron el coeficiente de determinación (R^2), bias, error promedio cuadrático (RMSE), error absoluto promedio (MAE), eficiencia de Nash-Sutcliffe (EF), cuyas fórmulas se encuentran en Wallach et al. (2013). El algoritmo *lsqnonlin* se implementó en MATLAB.

Resultados y discusión

Los resultados indican que la calibración del modelo AquaCrop permitió obtener simulaciones consistentes con la cobertura vegetal y la biomasa del espárrago. La mayor precisión en la cobertura respecto a la biomasa podría deberse a que la cobertura depende directamente de parámetros estructurales y fisiológicos del dosel, mientras que la biomasa está más influenciada por factores externos como el estrés hídrico y la eficiencia en el uso del agua, el grafico de paridad entre simulaciones y observaciones se muestran en la Figura 2, en la parte superior se muestran las métricas de desempeño.

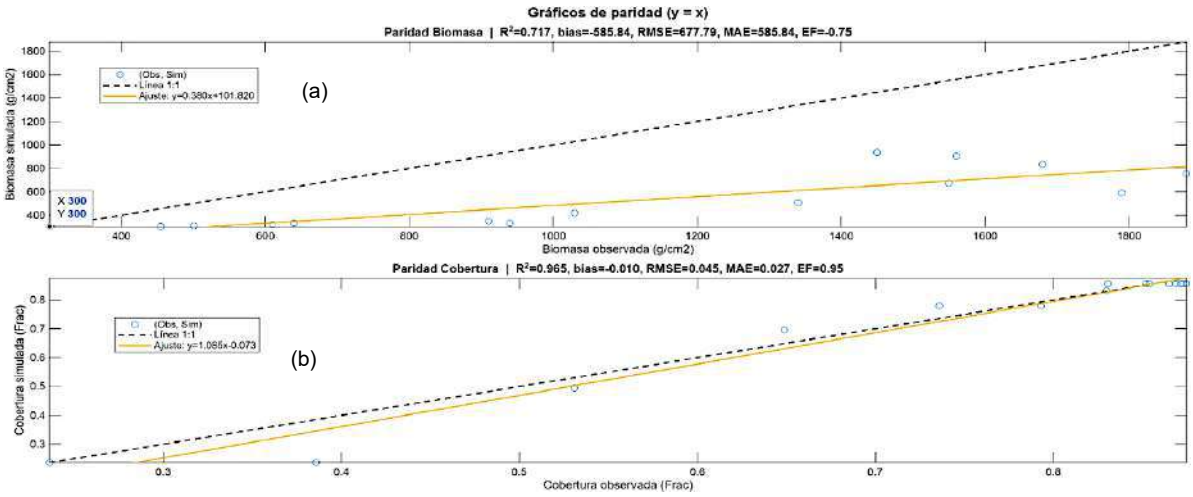


Figura 2. Gráfico de paridad entre datos observados y simulados para (a) Biomasa y (b) Cobertura vegetal.

Conclusiones

La calibración del modelo AquaCrop para el cultivo de espárrago en Caborca, Sonora, permitió reproducir con alta precisión la dinámica de la cobertura del dosel y, en menor grado, la acumulación de biomasa. Los indicadores estadísticos obtenidos muestran un ajuste sobresaliente en la cobertura y un desempeño aceptable en la biomasa, se recomienda explorar otros algoritmos de optimización.

Literatura citada

Cruz, F., López, I. L., Rodríguez, J. C., Ortega, S., & Viveros, G. (2023). Estimation of canopy cover, biomass, asparagus (Asparagus officinalis L.) spear yield, and the need for irrigation using AquaCrop model. *Acta Horticulturae*, *1376*, 177–184. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1376.25.

Steduto, P., Hsiao, T. C., Raes, D., & Fereres, E. (2009). AquaCrop—The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: I. Concepts and Underlying Principles. *Agronomy Journal*, *101*(3), 426–437. https://doi.org/10.2134/agronj2008.0139s

Wallach, D., Makowski, D., Jones, J., & Brun, F. (2013). Working with Dynamic Crop Models: Methods, Tools and Examples for Agriculture and Environment: Second Edition.

EVALUACIÓN DE EXACTITUD DE ECUACIONES TEÓRICAS Y EXPERIMENTALES DE CAUDAL EN AFORADORES DE GARGANTA LARGA

Rubén Velasco-Hernández[1*]; Mauricio Carrillo-García[1]; Jorge Víctor Prado-Hernández[2]
[1]Departamento de Ingeniería en Irrigación; [2]Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.
* rvelascoh@chapingo.mx

Introducción

El conocimiento del caudal es fundamental para el abastecimiento de agua potable, el diseño y operación de presas y la irrigación; sin embargo, su determinación representa un desafío técnico (Bae & Ji, 2019; CONAGUA, 2023; Pereira et al., 2024). Para afrontar este reto se emplean estructuras aforadoras, por ejemplo, los aforadores de garganta larga, diseñados para operar en flujo no sumergido (Clemmens et al., 2001) que permitan conocer un caudal (Q) a partir de la medida del tirante hidráulico (h), que se ajusta a la ecuación característica de vertedores $Q = kh^n$. El diseño y la ecuación de descarga se basan en la teoría del flujo crítico en la sección de control (garganta). Se asumen condiciones ideales (flujo unidimensional, distribución hidrostática de presiones) y que de acuerdo con Bos (1985), y la NMX-AA-179-SCFI-2018 se puede calcular la curva de calibración (Q-h) con un error entre 2 y 5%, pero resulta necesario verificar su desempeño en condiciones reales. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo evaluar y comparar la ecuación Q-h teórica de diseño y de simulación hidráulica con la ecuación experimental determinada en campo para distintos AGL, determinando su exactitud de medición.

Materiales y métodos

El trabajo consistió en evaluar y recalibrar aforadores de garganta larga (AGL) construidos en el estado de Morelos a través de la CONAGUA, específicamente en el canal Tenango; primero se realizó el rediseño geométrico considerando los caudales mínimos y máximos para cada estructura; utilizando el software WinFlume®; los parámetros geométricos obtenidos (b, L, B, p, y H) se compararon con los construidos; con la geometría del diseño se realizó el análisis hidráulico mediante simulaciones 1D con el software Hec-Ras 5.0, se definieron las condiciones de funcionamiento y se simularon diferentes caudales, se obtuvieron las variables: tirante, velocidad y número de Froude, con los resultados de la simulación se realizó la curva Q-h y con regresión no lineal se determinó la ecuación de simulación en la sección de medición. Después se realizó la evaluación en campo, en cada estructura se midió con flexómetro el tirante y simultáneamente con el caudalímetro NivuFlow Mobile 750® (sensor ultrasónico Doppler) se determinó el tirante, la velocidad y el caudal; con los datos de caudal y tirante en la sección de medición (manual) se obtuvo la ecuación experimental de cada AGL. Finalmente se compararon las ecuaciones de diseño, de simulación y experimental, calculando los errores MAE, RMSE y MAPE, tomando como referencia el valor experimental obtenido en campo.

Cuadro 1. Ecuaciones $Q=kh^n$ de cada estructura AGL

AGL	Caudal diseño (L/s^{-1})		Ecuación		
	min	max	Diseño WinFlume	Simulación Hec-Ras	Experimental
Tetelilla 1	20	70	$Q = 0.5415\times h^{1.544}$	$Q = 0.5358\times h^{1.5569}$	$Q = 0.5636\times h^{1.576}$
Tetelilla 2	20	70	$Q = 0.5415\times h^{1.544}$	$Q = 0.5358\times h^{1.5569}$	$Q = 0.4583\times h^{1.5712}$
El Zacate	20	120	$Q = 0.7182\times h^{1.547}$	$Q = 0.7217\times h^{1.566}$	$Q = 0.9386\times h^{1.4213}$
Jaloxtoc 1	25	200	$Q = 1.124\times h^{1.567}$	$Q = 1.1214\times h^{1.5837}$	$Q = 0.8199\times h^{1.5093}$
Jaloxtoc 2	25	200	$Q = 1.124\times h^{1.567}$	$Q = 1.1214\times h^{1.5837}$	$Q = 1.0679\times h^{1.4469}$
Pañuelo	20	90	$Q = 0.5276\times h^{1.535}$	$Q = 0.5232\times h^{1.5497}$	$Q = 0.4231\times h^{1.6190}$
Tlayca 1	20	90	$Q = 0.5276\times h^{1.535}$	$Q = 0.5232\times h^{1.5497}$	$Q = 0.9122\times h^{1.3289}$

Resultados y discusión

Se obtuvieron las ecuaciones de diseño, simulación y experimental para cada AGL (**Cuadro 1**), se determinaron los caudales para diferentes tirantes y se obtuvieron los errores y evaluaron mediante MAE, RMSE y MAPE, considerando como de referencia lo experimental. Tambien se obtuvo el error entre las ecuaciones teóricas, ambos resultados se muestran en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2. Errores estadísticos determinados para el caudal

AGL	Q_{exp} vs $Q_{dis\ (WinFlume)}$			Q_{exp} vs $Q_{sim\ (Hec\text{-}Ras)}$			$Q_{dis\ (WinFlume)}$ vs $Q_{sim\ (Hec\text{-}Ras)}$		
	MAE	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE
Tetelilla 1	6.272	6.850	12.149	5.072	5.514	9.880	1.200	1.337	2.586
Tetelilla 2	3.858	4.057	9.418	5.136	5.476	12.282	1.279	1.433	2.621
El Zacate	8.528	10.910	10.340	13.447	16.635	17.147	4.929	5.759	5.984
Jaloxtoc 1	39.277	45.709	60.656	44.233	51.675	67.836	4.956	5.976	4.449
Jaloxtoc 2	34.160	40.541	46.538	39.117	46.515	53.117	4.956	5.976	4.449
El Pañuelo	2.066	2.780	3.059	0.823	0.956	1.947	1.946	2.211	3.521
Tlayca 1	4.467	5.953	7.656	6.179	8.079	10.419	1.946	2.211	3.521

Las ecuaciones teóricas de WinFlume® y HEC-RAS presentan alta consistencia entre sí (MAPE < 6%). Sin embargo, al compararlas con las experimentales, se observan errores significativos en los AGL Jaloxotoc 1 y 2 (MAPE > 45%), lo que sugiere condiciones hidráulicas o geometría no ideales. En el resto de las estructuras, los errores oscilaron entre 3% y 12%, valores aceptables bajo condiciones reales de operación. El exponente *n* de las ecuaciones es cercano a 1.5 congruente con la teoría para sección rectangular, la variación en los valores experimentales sugiere que no se están cumpliendo las condiciones hidráulicas (flujo critico o hay presencia de sumergencia).

Conclusiones

Solo uno de los siete AGL cumple la condición de 2 a 5% de error, los AGL Jaloxtoc 1 y 2 deben recalibrarse o reconstruirse, también es necesario verificar que cumplan las condiciones de la instalación de AGL (pendiente nula, tramo recto y libre de obstáculos (≈15m)), los resultados obtenidos demuestran la necesidad de la calibración experimental para lograr una gestión hídrica confiable ya que la instalación y las condiciones hidráulicas reales determinan la exactitud de medición.

Literatura citada

Bae, I., & Ji, U. (2019). Outlier Detection and Smoothing Process for Water Level Data Measured by Ultrasonic Sensor in Stream Flows. *Water*, 11(5), 951. https://doi.org/10.3390/w11050951

Bos, M. G. (1985). Long-throated flumes and broad-crested weirs. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/78818

Clemmens A. J., Wahl T. L., Bos M. G., Reploge J. A. (2001). Water measurement with Flumes and Weirs. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI). Publication 58. Wageningen, The Netherlands. 382 p.

CONAGUA. (2023). Atlas de Agua en México. https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/port_publicaciones.html (consultado 06 de noviembre de 2025)

D.O.F. (2018). Norma Mexicana: NMX-AA-179-SCFI-2018 Medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados.

Pereira, T. S. R., de Carvalho, T. P., Mendes, T. A., & Formiga, K. T. M. (2022). Evaluation of Water Level in Flowing Channels Using Ultrasonic Sensors. *Sustainability*, 14(9), 5512. https://doi.org/10.3390/su14095512

ADMINISTRACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA APLICANDO CPM: UN ESTUDIO DE CASO

[1]*Ma. Magdalena Sánchez-Astello
[1]*Departamento de Irrigación Universidad Autónoma Chapingo.
* mastello83@hotmail.com.

Introducción

Los sobrecostos siguen representando un gran desafío en la industria de la construcción, especialmente en proyectos de infraestructura pública, se deben principalmente a una combinación de factores técnicos, gerenciales, económicos y políticos. En diversos países y estudios de caso, los problemas más recurrentes incluyen estimaciones de costos inexactas, planificación y programación deficientes y fluctuaciones en los precios de los materiales. Además, factores como los cambios de diseño durante la ejecución, la gestión ineficiente de los contratos y la supervisión inadecuada de la obra también contribuyen significativamente, Chowgule, V. & Kulkarni, K. (2026). Una de las formas para evitar esto es mejorando la eficiencia en la administración de las obras utilizando métodos como CPM (Critical Path Method). Este proyecto aplica CPM para mejorar la planeación de la infraestructura hidroagrícola, en un estudio de caso: un sistema de riego por aspersión fija en 44 ha en el Ej. San Antonio, Tlalixcoyan, Veracruz. Para evaluar la efectividad de este método en este tipo de infraestructura y optimizar su ejecución y control.

Materiales y métodos

Se realizó el proyecto ejecutivo del sistema de riego, se dividió en conceptos de trabajo y se analizaron según el análisis de precios unitarios de acuerdo con RLOPYSRM (2023), obteniendo 49 conceptos que arrojan el monto global de todo el proyecto (Muñoz y Rosas, 2019), a partir de estos se conformaron las actividades del proyecto y se crea el plan de construcción, con este se realiza el diagrama de la red para aplicar CPM, donde se indican dos estimados de costo y de tiempo para cada actividad (normal y acelerado). El costo normal (*Cn*) es el asociado con la terminación del proyecto en tiempo normal (*tn*). El tiempo acelerado (*ta*) es el tiempo que sería requerido si no se evita costo alguno con tal de reducir el tiempo del proyecto generando el costo acelerado (*Ca*). Render (2012) define los siguientes pasos para acelerar un proyecto:

1. Calcular el costo de aceleración por periodo para todas las actividades de la red, usando la ecuación 1, supone que los costos acelerados son lineales:

$$\frac{Costo\ acelerado}{Período\ de\ tiempo} = \frac{Costo\ acelerado - Costo\ normal}{Tiempo\ normal - Tiempo\ acelerado} \quad (1)$$

2. Seleccionar la actividad en la ruta crítica (RC) con el menor costo de aceleración por semana.
3. Verificar que la trayectoria crítica que se acelera todavía sea crítica. Si la ruta crítica todavía es la ruta más larga a través de la red, regresar al paso 2. Si no, encontrar la nueva ruta crítica.

La decisión de “parar” la aceleración de un proyecto va a ser la relación beneficio costo de cada acción y el impacto que tiene este costo sobre los costos indirectos y contingentes.

Resultados y discusión

Para el cálculo del *Cn* se identificó cuáles son los conceptos que incluyen cada una de las actividades y su parte correspondiente de materiales, mano de obra y maquinaria y en el *tn* se cuantifica el número de jornadas que la mano de obra (MO) requiere para ejecutar la actividad, de tal manera que la obra tiene un *Cn* = $2,014,598.23 y un *tn* = 179 días. Para acelerar los tiempos en CPM se propone la reducción del tiempo de las actividades a partir

del incremento de la cantidad de MO junto con la maquinaria necesaria para ejecutar la tarea, las actividades de suministro A, B, E, F, G, U y V no se reducen, el tiempo de entrega del material no disminuye, la actividad Q no se reduce solo dura un día. Las demás actividades se analizaron una por una y se les incrementó su cuadrilla de MO a 2, excepto en L, M y P que fue a 3. En costos indirectos (CI) se considera un 15% adicional por la búsqueda y contratación de personal, la gestión administrativa de sus pagos y prestaciones, etc. Se realizan 5 acciones de iteración y se *paran* en el momento que al revisar las demás actividades de la RC que se pueden reducir, su costo es muy alto, su aceleración no supera el ahorro de los CI, por lo que solo se reducen P, K y T, la RC es la misma, el *Ca* = $2,171,670.94 y *ta* = 118 días, ver Figura 1.

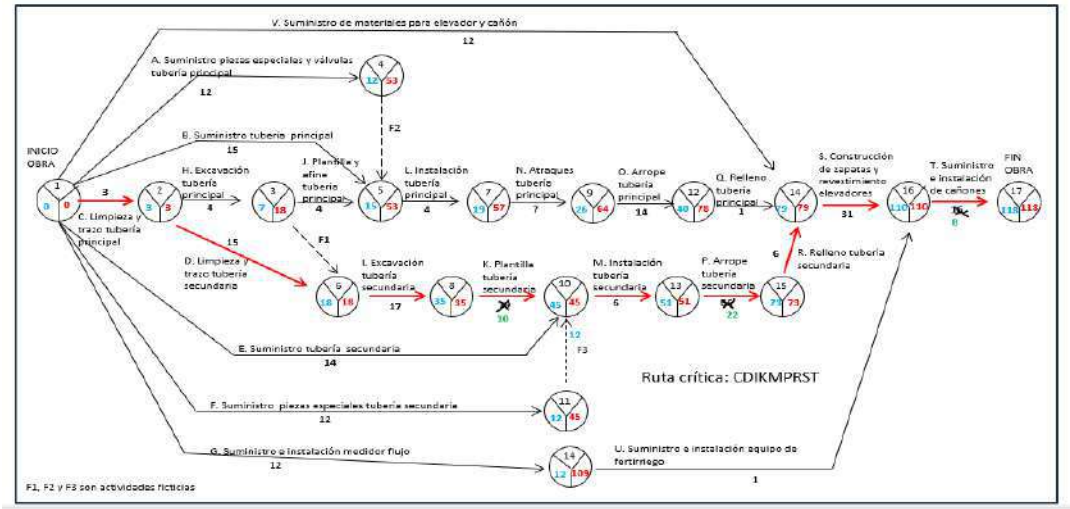


Figura 1. Red del proyecto con actividades aceleradas.

Conclusiones

La identificación de la RC permitió determinar las actividades clave que no admiten demoras sin afectar la duración total del proyecto. En CPM, al realizar la aceleración del proyecto (5 iteraciones) se identificó un punto óptimo donde se maximiza el ahorro total del proyecto al reducir las actividades P, K y T, con una reducción del 34% en el tiempo de ejecución (118 días) con un incremento en el costo directo del 1.4% y sin cambios en la ruta crítica (CDIKMPRST).

Literatura citada

Chowgule, V. & Kulkarni, K. (2026). Cost Overrun Analysis of Irrigation Projects. In S.S. Kulkarni, A. Agarwal, S. Yadav & T. JaiSai (Eds.), Converging Horizons in Construction and the Built Environment: Digital, Sustainable, and Strategic Perspectives, (pp. 466-474). Delhi: Journal Press India. https://www.journalpressindia.com/website/nicmar-nlpgrs-2025/proceedings.

Muñoz O. A. & Rosas P. L. F. (2019). Determinación de costos directos en un sistema de riego por aspersión fija para caña (Saccharum officinarum L.) y pasto (Cynodon nlemfuensis). Tesis profesional. Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp. 62, 74, 246-248 y 256.

Render, B., Ralph M. & Michael E. (2012) Métodos cuantitativos para los negocios. Undécima edición Pearson Educación, México, pp. 464-470.

RLOPYSRM (2023). Cámara de Diputados. Diario Oficial de la Federación. CDMX. México. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm

RELLENO DE DATOS FALTANTES DIARIOS DE TEMPERATURA MINIMA MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN ESTACIONES DEL ESTADO DE MEXICO

Rocío Cervantes-Osornio[1*]; Ramón Arteaga Ramírez; Julio Torres Sandoval; Juan G. Ochoa Bijarro; Marco A. Audelo Benítez.

[1]INIFAP, Carretera los Reyes-Lechería, km 18.5 Chapingo, Estado de México, CP 56230 A.P. 10, CEVAMEX.
* rcervanteso@hotmail.com

Introducción

Los datos ausentes en el área climática es un problema recurrente, así como la obtención de datos de calidad y en la medida que las estimaciones de datos sean lo más cercanos a la realidad se podrá confiar en los resultados en los cuales estos hayan sido utilizados. Se busca que las bases de datos climáticos se completen con datos generados por algún método que proporcione una buena estimación de estos, con el fin de establecer metodologías que proporcione resultados aceptables para estimar datos faltantes. Es debido a lo anterior que se llevó a cabo el presente trabajo, en el cual se realizó el entrenamiento, validación y prueba mediante redes neuronales artificiales (backpropagation) para estimar datos faltantes de series de datos diarios de la variable temperatura mínima (tmin), de las estaciones 15010, 15014 y 15013, ubicadas en Estado de México, el periodo analizado fue de la fecha 01/01/1971 al 31/12/2023. Un resultado obtenido fue que el modelo de red *rna*2 {tansig, tansig, purelin} mostró mejores resultados de RMSE's que la red *rna*1 {tansig, tansig, tansig} para el relleno de las series de datos de tmin para dos de las tres estaciones analizadas.

Materiales y métodos

Los datos utilizados de temperatura mínima se obtuvieron del Servicio Meteorológico Nacional de las siguientes tres estaciones: 15010 Atotonilco, en Almoloya de Juarez;15014 Capulhuac en Otzolotepec y la 15013 Calacoaya en Atizapán de Zaragoza municipios correspondientes, cuyas latitudes son: 19.4622°, 19.4408° y 19.5342°; longitudes: -99.7756°, -99.5453° y -99.2394; y sus altitudes 2557, 2760 y 2290 msnm de manera correspondiente; la estaciones 15010 y 15014 pertenecientes a la cuenca Rio Lerma-Toluca y la 15013 a la Cuenca Rio Moctezuma. Los periodos de datos que se extrajeron fueron del 01/01/1971 al 31/12/2023, series que se rellenaron por el método de redes neuronales artificiales (RNA), backpropagation. El modelo de RNA se trabajó en Matlab© 2017, el código se puede consultar en Cervantes-Osornio (2012), éste se utilizó para simular los datos de temperatura mínima del periodo en cuestión y para obtener series completas rellenas. Como variables de entrada se tuvieron los números de días continuos del periodo analizado (1, 2, …, 19356), el archivo de salida fueron los valores de la variable de temperatura mínima correspondiente al día continuo (T_{min1}, T_{min2}, …, $T_{min19326}$) de cada estación. Se utilizaron el 50% de los datos para entrenamiento, 25% para prueba y 25% para validación. Las dos redes neuronales entrenadas: *rna1* y rna2 estuvieron, ambas, constituidas por el mismo número de neuronas en las dos capas ocultas y en la de salida, esto es {6x4x1}, para la *rna1* las respectivas funciones de transferencia en las capas ocultas y de salida fueron {tansig, tansig, tansig} (tansig - tangente sigmoidea), para la *rna2* fueron {tansig, tansig, purelin} (purelin - lineal) en sus respectivas capas. Se utilizó el algoritmo de entrenamiento Levenberg Marquardt {trainlm}. Para evaluar los resultados de los modelos entrenados de la red neuronal se obtuvo la raíz cuadrada del cuadrado medio del error

(RMSE, por sus siglas en inglés), de acuerdo con Cai *et al*, citados por Aguirre (2009), ecuación 1.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}(y_i - x_i)^2}{n}} \quad \text{(ec. 1)}$$

donde y_i - dato estimado por el modelo, x_i - dato observado, n - número de observaciones.

Resultados y discusión

Los RMSE's obtenidos del modelo entrenado de red neuronal *rna1* {tansig, tansig, tansig} para cada estación fueron: 15010, 4.148; 15014, 3.973 y 15013, 3.171, para la *rna2* {tansig, tansig, purelin} los RMSE's fueron por estación: 15010, 4.207; 15014, 3.832 y 15013, 3.128. Se muestra en la Figura 1 los datos simulados por la RNA versus los datos observados para los resultados de la *rna2* cuyo RMSE de las tres estaciones fue el más cercano a cero. Para la estación 15010 se presentaron 1685 datos faltantes, para la 15014, 858 y para la estación 15013, 3045 datos en el periodo analizado, los cuales fueron rellenados. Una de las ventajas de utilizar las redes neuronales artificiales es que no necesitan estaciones cercanas para ayudar en la estimación de los datos faltantes, solo con la información de la estación en cuestión se trabaja.

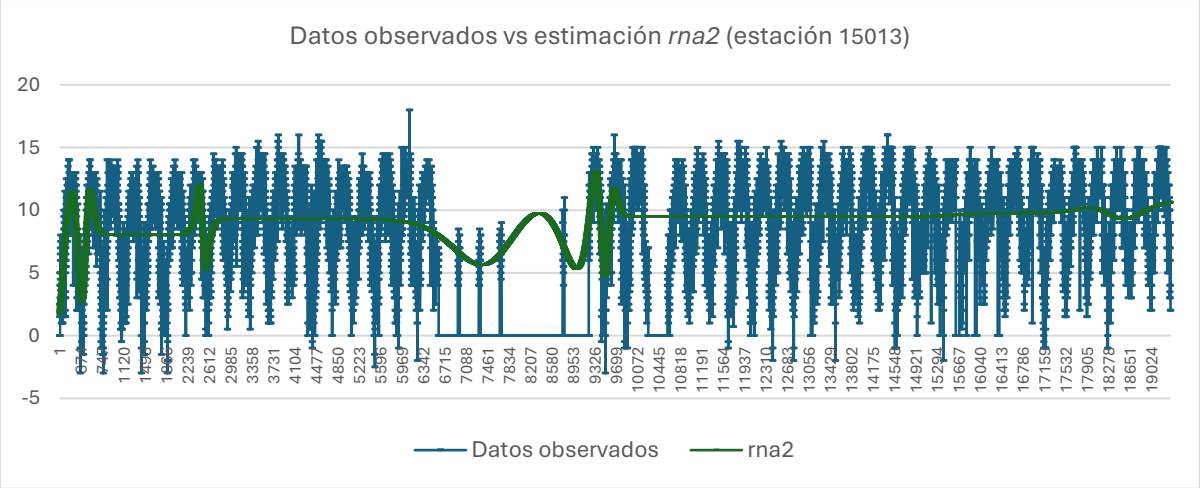


Figura 1. Gráfico de los resultados de la RNA (*rna2* {tansig, tansig, purelin} {6x4x1}) que más bajo RMSE obtuvo para la estación 15013 (RMSE = 3.128) versus datos observados, para temperatura mínima.

Conclusiones

La red compuesta por las funciones {tansig, tansig, purelin}, mostró de manera general mejores estimaciones de los datos faltantes de temperatura mínima. Los modelos de redes neuronales backpropagation realizaron estimaciones aceptables de los datos faltantes para las estaciones analizadas. Como recomendación habría que realizar adicionales entrenamientos con otros tipos de redes.

Literatura citada

Aguirre R., A. (2009). Comparación entre la presión de vapor actual observada y la estimada de observatorios sinópticos de México. Tesis profesional Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. México. 107 p.

Cervantes-Osornio, R. (2006). Aplicación de un modelo de red neuronal artificial para predecir la evapotranspiración de referencia. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados. Campus Montecillo, Estado de México, México. 99 p.

ECONOMÍA CIRCULAR Y MITIGACIÓN DE GEI EN ACTIVIDADES PRODUCTIVAS RURALES EN EL CENTRO DE GUERRERO

Pablo Emilio Escamilla-García[1]*; Claudia Carolina Caire-Alfaro[1]; Horacio Eliseo Alvarado-Raya[2]

[1] Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, Av. Té 950, Granjas México, Iztacalco, 08400, Ciudad de México.
[2] Universidad Autónoma Chapingo, Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco km. 38.5, 56220. Chapingo, Texcoco, Estado de México.
* peescamilla@ipn.mx

Introducción

El sector agropecuario contribuye aproximadamente con el 24 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), destacando el metano derivado de la descomposición anaerobia del estiércol (IPCC, 2022). En comunidades rurales de México persiste la disposición inadecuada de residuos pecuarios y la dependencia de leña o gas LP para cocción, lo que agrava emisiones, deforestación y riesgos a la salud (IEA, 2023; OMS, 2024). En este contexto, los biodigestores de pequeña escala representan una alternativa alineada con la economía circular, al transformar residuos en energía y biofertilizantes. El objetivo del estudio fue evaluar el desempeño técnico, ambiental y microbiológico de un biodigestor tubular alimentado con estiércol porcino en una comunidad rural de Guerrero.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en Topiltepec, Zitlala, Guerrero (17.649062 N, -99.223793 W; 1,372 m s.n.m.), bajo condiciones mesofílicas (25.7 °C). Se evaluó durante 12 meses un biodigestor tubular de 6–8 m³ alimentado diariamente con 17.5 kg de estiércol porcino diluido (1:1.5–2). La producción de metano se estimó mediante modelación basada en sólidos totales y volátiles y cinética de primer orden (HRT ≥ 30 días). El potencial energético se calculó con un PCS de 35.8 MJ/m³ y eficiencia de estufa del 55 %. El biol fue analizado microbiológicamente conforme a FEUM 13.0 y NOM-210-SSA1-2014.

Resultados y discusión

La carga diaria de 2.52 kg SV produjo 0.53 m³ CH_4/día y 0.88 m³ biogás/día, equivalente a 18.9 MJ/día de energía potencial y 10.4 MJ/día útiles. Esto permitió sustituir 0.23 kg GLP/día y evitar 0.35 t CO_2e/año. Los valores se encuentran dentro de rangos reportados en sistemas domésticos en Asia y África (Singh & Kalamdhad, 2022). El biol presentó >1600 NMP/100 mL de coliformes y 126 000 UFC/mL de hongos/levaduras, sin detección de Salmonella spp. ni Staphylococcus aureus, lo que coincide con reportes que indican reducción parcial de patógenos en digestión anaerobia (Liu et al., 2020). Los resultados confirman viabilidad técnica y potencial de mitigación, aunque el biol requiere manejo agronómico seguro.

Conclusiones

El biodigestor tubular evaluado demostró producción estable de biogás (0.88 m³/día), sustitución parcial de GLP y reducción anual estimada de 0.35 t CO_2e. El sistema permitió valorizar estiércol porcino bajo principios de economía circular, generando energía doméstica y biofertilizante. El biol presentó carga microbiana elevada, pero sin patógenos críticos detectados, confirmando su uso condicionado a prácticas agrícolas seguras. Los resultados guardan concordancia con el objetivo planteado y confirman la viabilidad técnica y ambiental del sistema en contexto rural.

Literatura citada

IEA. (2023). A vision for clean cooking access for all. International Energy Agency.

IPCC. (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Cambridge University Press.

Liu, S., Wang, J., Pu, S., Blagodatskaya, E., Kuzyakov, Y., & Razavi, B. (2020). Impact of manure on soil biochemical properties: A global synthesis. *Science of the Total Environment, 745*, 141003.

OMS. (2024). Household air pollution and health. World Health Organization.

Singh, P., & Kalamdhad, A. (2022). Assessment of small-scale biogas digesters and its impact on the household cooking sector in India. *Energy for Sustainable Development, 70*, 170–180.

MODELO ACOPLADO SIMPLIFICADO DE CLIMA Y CULTIVO DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum)* EN INVERNADERO

Jorge Antonio Peña-Chávez[1*]; Irineo L. López Cruz[1];
Efrén Fitz-Rodríguez[1]; José Olaf Valencia-Islas[1]

[1] Programa de Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo. México-Texcoco Km 38.5, Chapingo, Estado de México.
* antonio.p.ch@outlook.com

Introducción

En México, el cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum*) bajo agricultura protegida ha mostrado un aumento constante para satisfacer su creciente demanda y asegurar altos estándares de calidad. Sin embargo, el control del microclima en invernaderos representa un reto, ya que depende de complejas interacciones de calor y masa entre el cultivo y el aire interior. Para abordar este problema y optimizar la producción, el uso de aproximaciones empíricas resulta ineficiente, por lo que es fundamental la implementación de modelos mecanicistas o basados en procesos. Bajo este contexto, el presente trabajo propone un modelo acoplado que integra como submodelo de microclima el propuesto por Valencia-Islas et al. (2023) en conjunto con el modelo TOMGRO simplificado de Jones et al. (1999) como submodelo de cultivo.

Materiales y métodos

El modelo acoplado se fundamenta en un sistema de ocho ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO), que describen el balance de energía y masa. Como submodelo de microclima, se implementó la arquitectura propuesta por Valencia-Islas et al. (2023) con una modificación en el submodelo de transpiración sustituyendo por el modelo de Baille et al. (1994), acoplado con la versión simplificada del modelo TOMGRO (Jones et al., 1999), siendo las variables de estado: temperatura del aire dentro del invernadero (X_{Tg})[$°C$], temperatura de la masa térmica (X_{Tm}) [$°C$], humedad específica dentro del invernadero ($X_{\omega g}$)[$g\ g^{-1}$], número de nodos (X_{Nn})[$nodos$], índice de área foliar (X_{LAI})[$m^2 m^{-2}$], biomasa total aérea de la planta (X_{WT})[gm^{-2}], biomasa de fruto (X_{WF}) [gm^{-2}] y biomasa de fruto maduro (X_{WM}) [gm^{-2}].

$$\frac{dX_{Tg}}{dt} = \frac{1}{K_g}[q_{rg} - q_v - q_{cc} + q_{mg} + q_h - \lambda E_p]$$

$$\frac{dX_{Tm}}{dt} = \frac{1}{K_m}[q_{rm} - q_{mg} - q_d]$$

$$\frac{dX_{\omega g}}{dt} = \frac{A_g}{\rho_a V_g}[E_p - E_v]$$

$$\frac{dX_{Nn}}{dt} = N_m \cdot f_N(\bar{T}_{g_{day}})$$

$$\frac{dX_{LAI}}{dt} = \rho\delta \frac{\exp[\beta(N_n - N_b)]}{1+\exp[\beta(N_n - N_b)]} \frac{dN_n}{dt} \quad Sí\ LAI < LAI_{max}$$

$$\frac{dX_{WT}}{dt} = GR_{net} - p_1\rho\left(\frac{dX_{Nn}}{dt}\right)$$

$$\frac{dX_{WF}}{dt} = GR_{net}\alpha_F f_F\left(\bar{T}_{g_{day}}\right)[1 - \exp[-\nu(N_n - N_{FF})]]\, g(\bar{T}_{g_{daylight}})$$

$$\frac{dX_{WM}}{dt} = D_F\left(\bar{T}_{g_{day}}\right)(X_{WF} - X_{WM})$$

El sistema de ecuaciones se resolvió en el ambiente MATLAB®-Simulink®, incorporando una subrutina en lenguaje C, con el propósito de optimizar el desempeño computacional. El tiempo de integración utilizado fue de 60 s, con el fin de capturar la dinámica del cultivo sin afectar la propia del microclima. Se realizaron dos simulaciones, la primera de siete días

para evaluar el submodelo de clima y la segunda de 71 días para evaluar la dinámica del cultivo.

Resultados y discusión

El modelo dinámico acoplado demostró ser estable durante el período de simulación, manteniendo variables de estado dentro de rangos físicos y lógicos. Para evaluar cuantitativamente el desempeño preliminar, se calculó el error cuadrático medio (RMSE) de las variables de salida climáticas, obteniendo para temperatura del aire dentro del invernadero (T_g) un valor de 2.5788°C, para masa térmica (T_m) 5.229°C con respecto a temperatura del suelo (ya que es el principal componente) y para humedad relativa (HR_g) 10.783%.

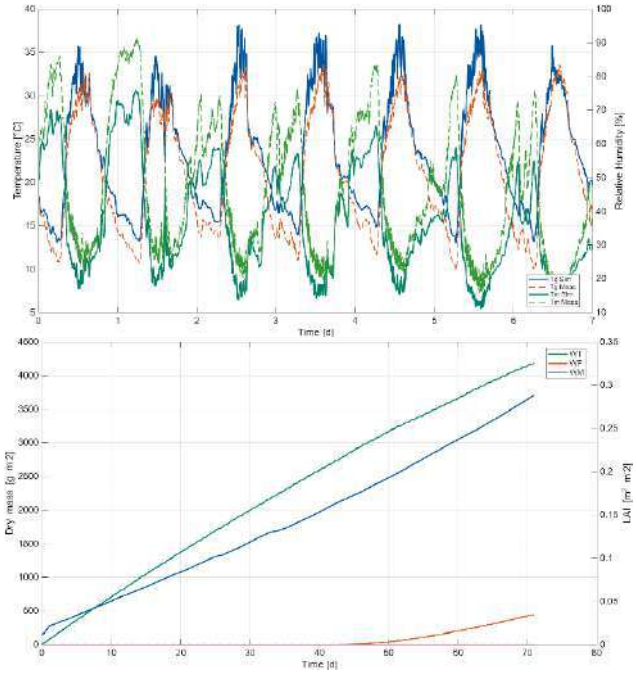


Figura 1. Comparación de T_g y HR_g, medición y simulación, durante una semana (izquierda) y comportamiento de LAI, W_T, W_F y W_M, durante 71 días (derecha).

Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian la capacidad del modelo acoplado para representar la dinámica del modelo acoplado para representar la dinámica del sistema; sin embargo, es necesario un proceso de calibración para ajustar sus parámetros y mejorar la precisión de las simulaciones.

Literatura citada

Baille, M., Baille, A., & Laury, J. C. (1994). A simplified model for predicting evapotranspiration rate of nine ornamental species vs. climate factor and leaf area. *Scientia Horticulturae, 59* (3-4),217-232. https://doi.org/10.1016/0304-4238(94)90015-9

Jones, J. W., Kenig, A., & Vallejos, C. E. (1999). Reduced state-variable tomato growth model. *American Society of Agricultural Engineers*, *42*, 255–265. https://doi.org/10.13031/2013.13203

Valencia-Islas, J. O., López-Cruz, I. L., Ruíz-García, A., Fitz-Rodríguez, E., & Ramírez-Arias, A. (2023). Global sensitivity and uncertainty analyses of a dynamic model for the biosystem lettuce (Lactuca sativa L.) crop-greenhouse. *Biosystems Engineering*, 236, 16–26. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.10.005

PRONÓSTICO DE TEMPERATURAS MÁXIMAS MEDIANTE RED LSTM PARA LA ESTACIÓN 15016 EN ESTADO DE MÉXICO

Rocío Cervantes-Osornio[1*]; Ramón Arteaga Ramírez; Lucila González Molina; Julio Torres Sandoval; Micaela de la O Olán

[1]INIFAP, Carretera los Reyes-Lechería, km 18.5 Chapingo, Estado de México, CP 56230 A.P. 10, CEVAMEX.
* rcervanteso@hotmail.com

Introducción

La temperatura máxima representa a una variable que es crítica en la agricultura porque define los límites de supervivencia, desarrollo y productividad de los cultivos. Las temperaturas máximas regulan la fotosíntesis, aceleran la maduración, determinan las necesidades hídricas (evapotranspiración) y su exceso causa estrés hídrico, marchitamiento, aborto de flores y/o frutos y aumento de plagas, reduciendo drásticamente el rendimiento en los cultivos. Para anticiparse el estrés térmico en los cultivos, permitiendo a los productores tomar medidas preventivas que eviten pérdidas significativas de rendimiento y calidad, es necesario implementar metodologías efectivas de pronóstico. Este trabajo presenta la aplicación de un modelo de red neuronal artificial recurrente LSTM para el pronóstico de las temperaturas máximas en la estación 15016 ubicada en el estado de México.

Materiales y métodos

Los datos de temperaturas máximas fueron obtenidos Servicio Meteorológico Nacional de la estación 15016, Coatepec Harinas, del Municipio del mismo nombre, ubicada en Estado de México, con una latitud de 18.9231°, longitud de -99.7661° y altitud de 2270 msnm., perteneciente a la Cuenca Rio Grande de Amacuzac; el periodo de datos obtenido fue del 01/01/2017 al 31/12/2023. Se utilizó la red neuronal artificial de memoria de corto y largo plazo (LSTM por sus siglas en inglés) (Long Short Term Memory) en el software Matlab en su versión 2025 en línea, en el Deep Network Designer, aplicación en la que se diseñó, analizó y entrenó la red LSTM. La arquitectura general de la red neuronal se muestra en la Figura 1.

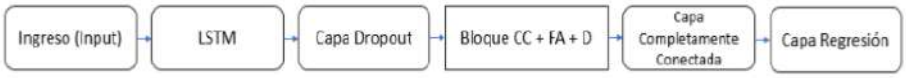


Figura 1. Arquitectura general de la red neuronal LSTM

Se utilizaron seis años 2017 a 2022 como la variable X dependiente, y el año 2023 como la variable Y independiente pronosticada. Se utilizó el 60% para entrenamiento, el 20% para validación y 20% para prueba de los datos. En la Figura 2 se muestra en detalle el acomodo de los datos, para su ingreso al Matlab.

Los parámetros para el entrenamiento de la red neuronal fueron: optimizador: RMSPROP, máximo de épocas: 150, tasa de aprendizaje inicial: 0.0005, umbral de gradiente: 1, periodo de caída de la tasa de aprendizaje: 125, factor de caída de la tasa de aprendizaje: 0.2, verbosa: 0. Con la finalidad de obtener mejores aproximaciones de los resultados con los datos observados, se experimentó con valores de 100 y 500 neuronas en la capa completamente conectada. Se obtuvieron las raíces cuadradas del cuadrado medio del error, RMSE (por sus siglas en inglés) para evaluar los resultados pronosticados por la red LSTM, como se muestra en la ecuación siguiente: $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_{des}-y_{test})^2}{n}}$, donde: y_{des} es

el valor desestandarizado obtenido del modelo, y_{test} es el valor real que está ubicado en el vector Y testeo, y n es el número total de datos analizados (Mata & Núñez, 2024).

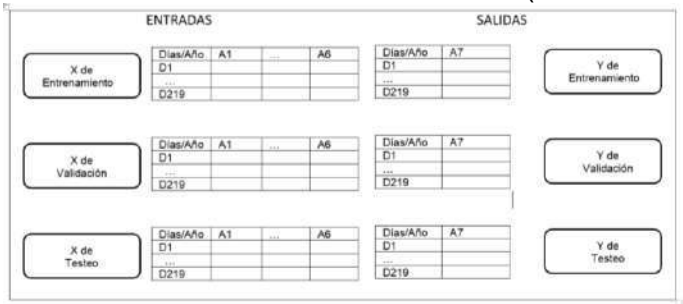


Figura 2. Organización de los datos para ingreso a Matlab online (entradas y salidas).

Resultados y discusión

Para las combinaciones de neuronas (100 y 500) en las capas ocultas, con las funciones de activación Tanh Relu Relu (3 bloques CC + FA+ D.FA: Tanh Relu Relu), en las tres capas de las neuronas ocultas, experimentos, de los cuales, se obtuvieron los siguientes RMSE's: {100x100x500} (neuronas), 1.601; {100x500x100}, 1.749; {100x500x500}, 1.409; {500x500x100}, 1.529; {500x100x500}, 1.625 y {500x500x500}, 1.814. En la Figura 3a) se muestra el gráfico de los resultados de las estimaciones por la red LSTM vs datos observados, cuyo RMSE resultó el más cercano a cero, y en la Figura 3b), el grafico para el resultado con el peor valor de RMSE.

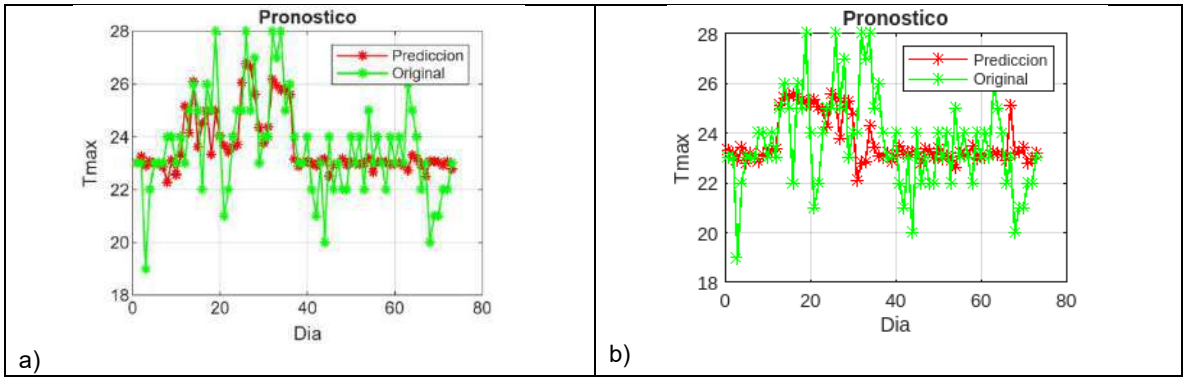


Figura 3. Pronóstico generado por el modelo de red neuronal LSTM versus datos originales a) grafico de los resultados del RMSE más cercano a cero (RMSE = 1.409), b) RMSE más alejado de cero (RMSE = 1.814) para temperaturas máximas.

Conclusiones

Las redes neuronales LSTM son una buena opción para pronosticar datos de temperatura máxima. De las combinaciones experimentadas la red conformada {100x500x500} neuronas en las capas ocultas fue la que mejor resultado de RMSE mostró.

Literatura citada

Mata O. J. A. & Núñez P. M. Y. (2024). Modelo de predicción de series de precipitación empleando redes neuronales artificiales. Tesis profesional. Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. México. 64 p.

MODELADO DE LA BIOMASA Y ACUMULACIÓN DE NITRÓGENO EN LECHUGA ACUAPONICA

Yessica Alejandra Gómez-Pérez[1,2*]; Agustín Ruiz-García[1]; Carlos Enrique Álvarez-Moreno[1]; Joel Pineda-Pineda[1]; Baltazar López-Velasco[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. de México. [2]TECNM-Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala.
* yessica.gp@altiplano.tecnm.mx

Introducción

La acuaponía es un sistema de producción biológica que combina el cultivo hidropónico de plantas con la acuicultura terrestre de peces. El agua utilizada por los subsistemas hidropónico y acuícola puede compartirse, y las plantas cultivadas pueden utilizar sustancias nocivas para peces, como las sales inorgánicas presentes en sus excrementos, como fertilizantes (Kitaya, *et al.,* 2025). Los compuestos nitrogenados son nutrientes esenciales para las plantas y su deficiencia inhibe su crecimiento. Los modelos matemáticos mecanicistas simulan la acumulación de biomasa y nitrógeno en lechuga con precisión, sin embargo, requieren la calibración de muchos parámetros. En contraste, los modelos empíricos como las funciones de crecimiento requieren la calibración de unos pocos parámetros, permitiendo su uso en situaciones prácticas. El objetivo de este estudio fue calibrar un modelo matemático empírico para para la acumulación de biomasa y contenido de nitrógeno total para lechuga de un sistema acuapónico.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en un sistema acuapónico con recirculación, instalado en un invernadero con cubierta de polietileno ubicado en Texcoco, México (19º 29' N, 98º 53' O). El sistema incluye un estanque para los peces, un sedimentador, un mineralizador, y una balsa flotante para las plantas. Entre febrero y agosto de 2023 se llevaron a cabo cuatro experimentos combinando lechuga tipo mantequilla con tilapias (*Oreochromis niloticus*). En este estudio se utilizaron los datos de los experimentos 1 (febrero-marzo) y 3 (junio-julio). Se realizaron periódicamente muestreos destructivos para medir la biomasa seca (w, g planta^{-1}) y contenido de nitrógeno total (N_{up}, mmol planta^{-1}) del dosel con el método micro Kjeldahl por arrastre de vapor. La biomasa se modeló con la función beta (Yin *et al.*, 2003) y el contenido de nitrógeno total con un modelo potencial (Plénet y Lemaire, 2000):

$$w = w_b + (w_{max} - w_b)\left(1 + \frac{t_e - t}{t_e - t_m}\right)\left(\frac{t}{t_e}\right)^{\frac{t_m}{t_e - t_m}} \quad (1)$$

$$N_{up} = \left(\frac{10}{14}\right)\alpha w^{1-\beta} \quad (2)$$

donde w es la biomasa (g planta^{-1}), N_{up} es contenido de nitrógeno total (mmol planta^{-1}) y t es el tiempo (día). Los parámetros del modelo son: w_b la biomasa al momento del transplante, w_{max} el valor máximo de la biomasa, t_m el tiempo de la máxima acumulación de biomasa, t_e el tiempo en que finaliza la acumulación de biomasa, α y β son parámetros estadísticos. El modelo matemático fue programado en el software MATLAB. Para mejorar la calidad predictiva del modelo, todos los parámetros excepto w_b fueron calibrados con la rutina lsqcurvefit, minimizando el error entre los datos observados y simulados de biomasa y contenido de nitrógeno total. El desempeño del modelo matemático se evalúo con la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y la eficiencia de Nash-Sutcliffe (EF).

Resultados y discusión

Los valores estimados de los parámetros para el experimento 1 fueron $w_{max} = 15.859$, $t_m = 31.698$, $t_e = 45$, $\alpha = 3.905$ y $\beta = 0.015$; mientras que para el experimento 3 fueron $w_{max} = 7.705$, $t_m = 27.984$, $t_e = 42.865$, $\alpha = 1.923$ y $\beta = -0.198$. En la Figura 1 se muestran los

valores de biomasa y nitrógeno total observados y simulados con el modelo calibrado. Para biomasa, los valores de RMSE fueron 0.279 g planta^{-1} para el experimento 1 y 0.112 g planta^{-1} para el experimento 3, mientras que los valores de EF fueron 0.993 y 0.997 para el experimento 1 y para el experimento 3, respectivamente. Para nitrógeno total, los valores de RMSE fueron 0.787 mmol planta^{-1} para el experimento 1 y de 0.289 mmol planta^{-1} para experimento 3, mientras que los valores de EF fueron 0.992 para el experimento 1 y de 0.995 para experimento 3. Estos valores de RMSE y EF están en el rango a los reportados en la literatura para otros cultivos e indican que el modelo matemático propuesto predice con gran precisión los datos observados en ambos experimentos. Estos resultados evidencian que, el modelo matemático captura adecuadamente la dinámica de la acumulación de biomasa y contenido de nitrógeno total en el cultivo de lechuga acuapónica cultivadas en dos estaciones diferentes del año.

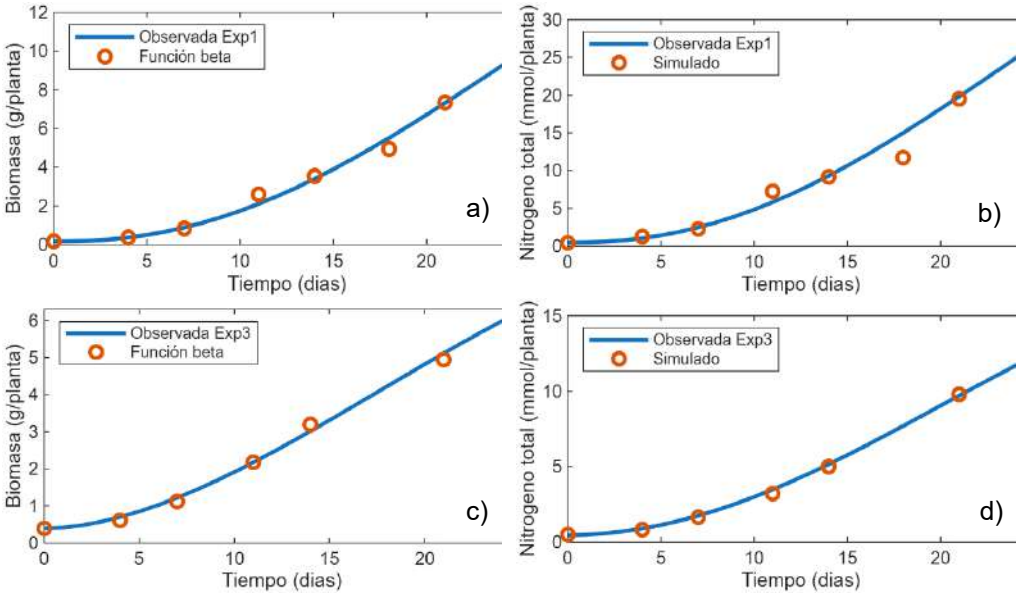


Figura 1. Materia seca (w) y contenido de nitrógeno total (N_{up}) observada y simulada con el modelo calibrado para lechuga acuapónica. a) biomasa y b) nitrógeno total para experimento 1, c) biomasa y d) nitrógeno total para experimento 3.

Conclusiones

La curva de acumulación de biomasa y nitrógeno total mostró un patrón expolineal. La biomasa acumulada y el contenido de nitrógeno total observada en el experimento 3 fue menor que en el experimento 1; 37% para biomasa y 56% para nitrógeno total, respectivamente. De acuerdo con los valores de RMSE y EF, el modelo matemático simuló de manera precisa la acumulación de biomasa y contenido de nitrógeno total en el dosel para lechuga acuapónica cultivadas en un sistema de balsa flotante.

Literatura citada

Kitaya, Y., Shimakawa, Y., Wada, T., Nakamura, K., Endo, R., Shibuya, T. (2025). Biological production and nitrogen use efficiency in a water-sharing and water-saving system combining aquaculture and vegetable hydroponic cultivation. *Water*, 17, 963.

Plénet, D., & Lemaire, G. (2000). Relations between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. *Plant and Soil*, *216*, 65-82.

Yin, X., Goudriaan, J., Lantinga, E.A., Vos, J. & Spiertz, H.J. (2003). A flexible sigmoid function of determinate growth. *Annals of Botany*, 91, 361-371.

TRANSPORTE DE METALES POTENCIALMENTE TÓXICOS EN EL SISTEMA SUELO–PLANTA: CASO *Tagetes erecta*

Marilyn Juárez-Flores[1]; Jorge Víctor Prado-Hernández[1]; Noé Velazquez-López[1]; Antonio Vázquez-Alarcón[2].

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. [2]Departamento de Suelos Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
* floreslyn343@gmail.com

Introducción

La contaminación de suelos agrícolas por metales pesados constituye una problemática ambiental asociada al uso de aguas residuales y a la acumulación progresiva de elementos potencialmente tóxicos en sistemas productivos. En regiones en las que se emplea agua de calidad comprometida, se ha documentado la presencia de cadmio (Cd), cromo (Cr), plomo (Pb) y níquel (Ni) (CONAGUA, 2019), los cuales pueden incorporarse al suelo, movilizarse en el perfil y generar efectos tóxicos en plantas. La persistencia y bioacumulación de estos elementos representa un riesgo para la fertilidad del suelo y la salud humana y ambiental. A nivel vegetal, la exposición a metales puede desencadenar respuestas de toxicidad y mecanismos de detoxificación (Shahid et al., 2017). En sistemas de riego por goteo, el régimen hidráulico condiciona la distribución espacial de agua y solutos, lo que puede modificar la disponibilidad de elementos en la zona radicular (Ke et al., 2023; Slama et al., 2019). En este contexto, el propósito del estudio fue evaluar el transporte, adsorción y absorción de Cd, Cr, Pb y Ni en un sistema suelo–planta utilizando *Tagetes erecta* L. bajo riego localizado, mediante experimentación controlada y simulación numérica con HYDRUS (Khashaei et al., 2024; Slama et al., 2019).

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en dos sistemas experimentales complementarios: (i) un invernadero bajo condiciones semicontroladas y (ii) un sistema de laboratorio compuesto por cajas acrílicas diseñadas para la observación del perfil del suelo (ver Figura 1). Se empleó *Tagetes erecta* L. como especie de estudio. En el experimento en invernadero se utilizaron macetas troncocónicas con aproximadamente 4 kg de suelo previamente caracterizado; este mismo suelo fue empleado en las cajas acrílicas, con el fin de mantener uniformidad en las condiciones edáficas entre ambos sistemas. El riego se aplicó diariamente mediante emisores de 4 L h^{-1} durante 7.5 minutos por evento, tanto en el invernadero como el laboratorio. Las concentraciones de Cd, Cr, Pb y Ni se establecieron con base en datos reportados por CONAGUA (2019), ajustadas a escenarios de contaminación acumulativa. Se prepararon soluciones madre de 1,000 mg L^{-1} y se realizaron las diluciones correspondientes. Se establecieron cinco tratamientos: testigo y uno por cada metal, bajo un diseño completamente al azar con repeticiones. Al finalizar el periodo experimental se realizó muestreo de suelo, raíz, tallo, hojas y estructuras reproductivas. Las concentraciones de los metales en la planta se determinaron mediante espectrofotometría de absorción atómica previa digestión ácida. La simulación numérica del movimiento de agua y solutos bajo riego localizado se planteó con HYDRUS como apoyo para interpretar la dinámica de transporte en la zona radicular (Khashaei et al., 2024; Slama et al., 2019).

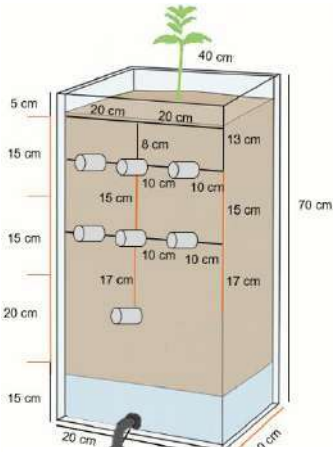


Figura 1. *Esquema del contenedor experimental con distribución de chupatubos y drenaje inferior.*

Resultados y discusión

El pH del suelo se mantuvo en rango alcalino sin modificaciones significativas entre tratamientos. En contraste, la conductividad eléctrica mostró variaciones diferenciadas según el elemento aplicado, siendo mayor en el tratamiento con cromo (201 µS) y menor en el testigo (92.8 µS). Este comportamiento es consistente con la idea de que, bajo riego localizado, la distribución espacial de agua y solutos puede generar patrones diferenciales de acumulación iónica en el suelo (Ke et al., 2023; Slama et al., 2019). El tratamiento con cadmio (Cd) mostró un desarrollo vegetativo y reproductivo activo, con altura promedio cercana a 68 cm y producción equilibrada de biomasa aérea y radicular, sin diferencias marcadas entre flores macho y hembra. El níquel (Ni) presentó un comportamiento similar en términos de crecimiento vegetativo y acumulación de biomasa aérea y subterránea; sin embargo, se observó mayor proporción de flores macho respecto a hembras. En el tratamiento con plomo (Pb) se registró un desarrollo aéreo y radicular superior al observado en Cd y Ni, con predominio de flores macho (más del 80%), y mayor tamaño floral en comparación con los demás tratamientos. En contraste, el cromo (Cr) evidenció la mayor afectación fisiológica, con disminución en altura (30 cm en promedio), reducción de biomasa aérea y subterránea y menor desarrollo general en comparación con los otros tratamientos, lo cual concuerda con la respuesta fisiológica a efectos de toxicidad metálica descritos para plantas expuestas (Shahid et al., 2017). Finalmente, el tratamiento testigo presentó proporción equilibrada entre flores macho y hembra, altura promedio estable, adecuada cobertura vegetal y desarrollo radicular normal.

Conclusiones

El pH del suelo no presentó modificaciones significativas atribuibles a la aplicación de los metales evaluados, mientras que la conductividad eléctrica mostró incrementos diferenciados según el elemento aplicado, registrándose el valor más alto en el tratamiento con cromo (Cr).

La respuesta fisiológica de *Tagetes erecta* dependió del tipo de metal. El cadmio y el níquel permitieron desarrollo vegetativo y reproductivo en las concentraciones evaluadas. El plomo mostró mayor desarrollo de biomasa aérea y subterránea, así como inflorescencias de mayor tamaño. En contraste, el cromo produjo la mayor reducción en altura, biomasa aérea, radicular y estructuras reproductivas.

Literatura citada

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). Diagnóstico de calidad del agua de la Región Hidrológica Lerma–Santiago–Pacífico (2012-2018). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). https://files.conagua.gob.mx/conagua/generico/calidad_del_agua/diagnostico_lerma_santiago_pacifico_2012-2018.pdf

Khashaei, F., Behmanesh, J., Rezaverdinejad, V., & Azad, N. (2024). Field evaluation and numerical simulation of water and nitrate transport in subsurface drip irrigation of corn using HYDRUS-2D. *Irrigation Science*, 42, 327–352. https://doi.org/10.1007/s00271-023-00890-7

Shahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Schreck, E., Xiong, T., & Niazi, N. K. (2017). Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants. *Journal of Hazardous Materials, 325*, 36–58. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.11.063

Ke, Z., Liu, X., Ma, L., Jiao, F., & Wang, Z. (2023). Spatial distribution of soil water and salt in a slightly salinized farmland. *Sustainability*, 15(8), 6872. https://doi.org/10.3390/su15086872

Capítulo 11. Protección Vegetal

INCIDENCIA DE *Neopestalotiopsis rosae* (Maharachch., Hyde & Crous) EN VARIEDADES DE ZARZAMORA (*Rubus* spp.) EN LOS REYES DE SALGADO MICHOACÁN

Luis Eduardo Antonio Hernández[1]; Susana Martínez-Martínez[2]; Santos Martínez Díaz[3]; Geremías Rodríguez-Bautista[4]; José Alberto Urrieta-Velázquez[5]; José Guadalupe Florencio-Anastacio[6].

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Depto. de Parasitología Agrícola. [2]Posgrado en Fitosanidad-Entomología y Acarología-Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. [3]Asociación Nacional de Exportadores de Berries (Aneberries). Guadalajara, Jalisco, México. [4]Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur. [5]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID-RASPA. [6]Programa Operativo Diagnóstico (Referencia Fitosanitaria) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-SENASICA.

* susyeid11@gmail.com

Introducción

En Michoacán, en el cultivo de zarzamora se ha reportado la presencia de manchas necróticas en tallos, raíces, corona, así como defoliación prematura y pudriciones en frutos, lo que ha derivado pérdidas económicas significativas. Estudios recientes han identificado a *N. rosae* como uno de los agentes etiológicos implicados en estas afectaciones (Sun *et al*., 2021), cuya propagación se ve favorecida por la diseminación de plantas infectadas (estolones) (Ávila-Hernández *et al*., 2025). No obstante, aún se desconoce con precisión la magnitud de su incidencia en los cultivos de zarzamora de la región, así como su comportamiento diferencial en las variedades comerciales. Por lo tanto, resulta necesario realizar un estudio que determine el nivel de incidencia de *N. rosae* en diferentes variedades de zarzamora cultivadas en Los Reyes de Salgado, Michoacán. Esta información no solo permitirá comprender mejor el comportamiento del patógeno en campo, sino que también proporcionará una base científica sólida para el desarrollo de programas de manejo integrado de enfermedades y la selección de materiales. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar la incidencia de *N. rosae* en tres distintas variedades de zarzamora y su posible relación con las condiciones ambientales que prevalecen en la zona de estudio.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el municipio de Los Reyes de Salgado, Michoacán. Durante la etapa reproductiva del cultivo, se observó la aparición de síntomas característicos al hongo en estudio. El muestreo para la detección de *N. rosae* se llevó a cabo en tres variedades de zarzamora primocañas: SP-Erandy y X001 (nombre omitido por derechos de registro) (Comunidad de San Sebastián) y Tupy (Comunidad los Limones). Cada parcela comercial tuvo una superficie aproximada de ¼ de hectárea, manejadas bajo condiciones convencionales y de producción forzada. Para determinar la densidad de plantas enfermas, se empleó un muestreo en guarda griega, siguiendo la metodología descrita en el Manual de Muestreo (SENASICA, 2024). Para corroborar la identificación del agente causal del daño en raíz, tallo y hojas de zarzamora, se seleccionaron los tejidos dañados y se procesaron e identificaron con las claves de Maharachchikumbura *et al*., (2014).

Resultados y discusión

De acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA), se detectaron diferencias estadísticas muy significativas ($\alpha \leq 0.0001$) en el porcentaje de incidencia por variedad. La variedad SP-Erandy presentó la menor incidencia con apenas un 0.44% correspondiente a 6 plantas infectadas por *N. rosae* en total. En contraste, Tupy y X001 registraron mayor porcentaje de incidencia de dicha

enfermedad con 20.92% (337 plantas infectadas) y 15.71% (185 plantas infectadas) respectivamente. Estos resultados indican que SP-Erandy posee un nivel de tolerancia o resistencia superior (Figura 1), mientras que Tupy y X001 muestran mayor susceptibilidad en las condiciones presentes en el ciclo evaluado.

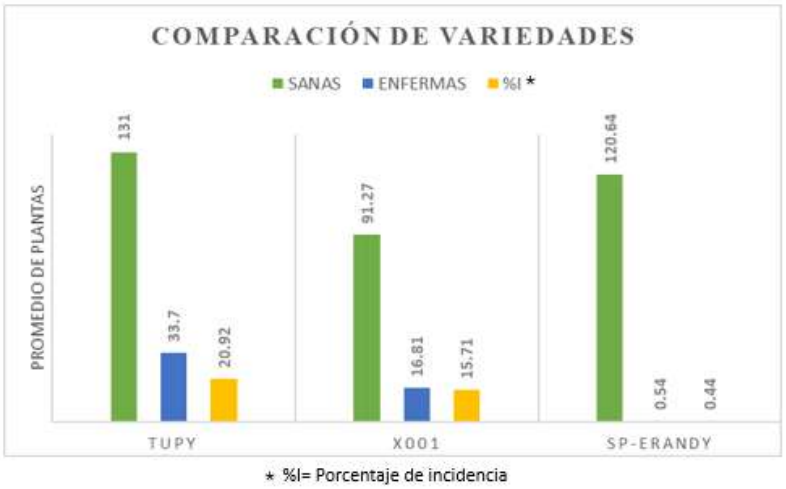


Figura 1. Comparaciones de las variedades SP-Erandy, Tupy y X001 respecto a los promedios de plantas sanas, plantas enfermas e incidencia de infección por *N. rosae.*

Conclusiones

La variedad Tupy presentó un porcentaje mayor de incidencia de *N. rosae*, por lo que es la que posee mayor susceptibilidad respecto a la variedad SP-Erandy que presentó mayor tolerancia a *N. rosae* y por lo tanto es recomendable para la zona de los Reyes de Salgado.

Literatura citada

Ávila-Hernández, J. G., León-Ramírez, C. G., Abraham-Juárez, M. d. R., Tlapal-Bolaños, B., Olalde-Portugal, V., Délano-Frier, J. P., Martínez-Antonio, A., & Aguilar-Zárate, P. (2025). *Neopestalotiopsis* spp.: A Threat to Strawberry Production and Management. Horticulturae, 11(3), 288. https://doi.org/10.3390/horticulturae11030288

Maharachchikumbura, S.S.N, Hyde K.D, Groenewald, J. Z., Xu J and Crous, P. W. (2014). Pestalotiopsis revisited. Studies Mycology, 79: 121–186. https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.005

SENASICA. (2024). Manual de muestreo programa de vigilancia epidemiológica fitosanitaria.https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/979001/MANUAL_DE_MUESTREO_2024.pd

Sun, Q., Harishchandra, D., Jia, J., Zuo, Q., Zhang, G., Wang, Q., Yan, J., Zhang, W., Li, X. 2021. Role of *Neopestalotiopsis rosae* in causing root rot of strawberry in Beijing, China. Crop Prot. 147, 105710.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LIMÓN-PERSA Y AGUA EN EMPACADORAS DE LA REGIÓN NAUTLA

Ángel de Jesús Garcia-Bonilla; José David Ángeles-Galindo; Elena Cruz-Preza; Alfredo Nava-Zamora; Lorena Martínez-Carrillo

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre, Ingeniería en Industrias Alimentarias.

220l0033@martineztorre.tecnm.mx

Introducción

El estado de Veracruz es considerado el principal productor de limón o lima persa (*Citrus latifolia*) con más de 1.65 millones de $t \cdot año^{-1}$ (Birke, 2025), destacando la región Nautla la cual se caracteriza por su clima cálido húmedo y suelos fértiles, condiciones que favorecen el desarrollo de este cultivo. Sin embargo, su calidad postcosecha y microbiológica puede verse afectada debido a la presencia de microorganismos (coliformes totales, fecales, *Escherichia coli y Salmonella spp.*) llegando a generar pérdidas del 30 al 50 % de la producción debido a que al detectarse la presencia de microorganismos patógenos el producto no cumpliría con los estándares de calidad, siendo necesario su retiro del mercado o incluso antes de ser procesado por lo que es conveniente dar un seguimiento mediante la revisión de registro de resultados de laboratorio para conocer la calidad microbiológica e identificar si hay cumplimiento de las Buenas Prácticas de Higiene durante el procesamiento del fruto para su empaque; además, de monitorear el cumplimiento de los indicadores de higiene con respecto a la normatividad vigente (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2026; Santoyo *et al*., 2024). La presente investigación tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de la calidad microbiológica en el limón persa y agua de lavado del fruto en empacadoras de la región Nautla a partir de la información recabada de la base de datos del laboratorio GISENALabs®.

Materiales y métodos

Este estudio se llevó a cabo en el laboratorio de alimentos del Tecnológico Nacional de México campus Martínez de la Torre, en el estado de Veracruz, México, a finales del 2025 basado en la recuperación de registros históricos, periodo 2020-2025, de análisis microbiológicos realizados por el laboratorio GISENALabs® ubicado en la sucursal de Martínez de la Torre, en el estado de Veracruz, México. La determinación microbiológica se realizó con base a lo descrito en la NOM-210-SSA1-2014, sobre la superficie del limón persa y el agua de lavado de las empacadoras de la región Nautla Se realizó un análisis estadístico descriptivo no experimental.

Resultados y discusión

La presencia de resultados positivos (porcentajes obtenidos) para los indicadores microbiológicos evaluados se muestran en las Figuras 1, 2 y 3, sin embargo, la presencia de *Salmonella spp*. fue negativa. En la Figura 1**,** se observa que la mayor presencia de coliformes totales en frutos se dio en el periodo 2021-2022, no obstante, para el año 2020 no hubo presencia de contaminación. En cuanto a la presencia de coliformes fecales el agua resultó con mayor número de pruebas positivas (Figura 2), siendo el año 2020 el que presentó mayor incidencia con ocho muestras positivas equivalentes al 3.9 % del total, por consiguiente, las 192 muestras restantes no plasmadas en gráficas representan el 96.1 % de resultados negativos. *Escherichia coli* tuvo menor presencia durante el periodo evaluado, como lo muestra la Figura 3. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles indicados por la norma.

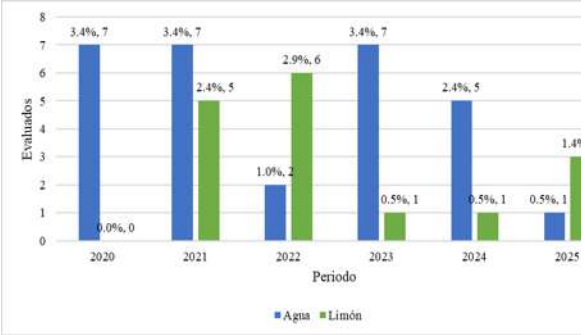


Figura 1. Porcentajes obtenidos de los resultados positivos en los análisis para agua de lavado y limón persa en la detección de coliformes totales.

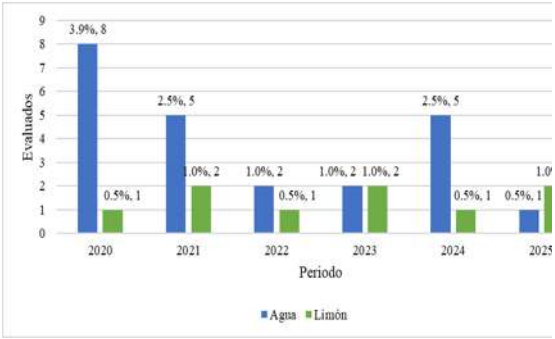


Figura 2. Porcentajes obtenidos de los resultados positivos en los análisis para agua y limón persa en la detección de coliformes fecales.

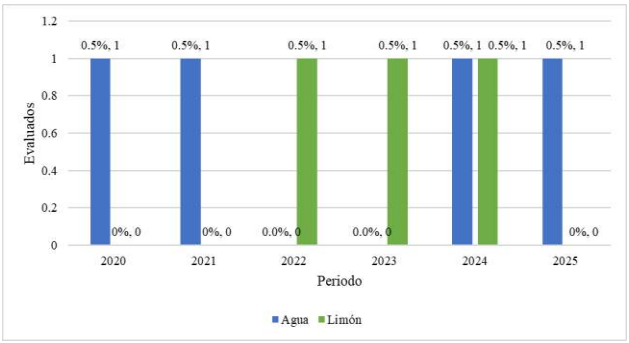


Figura 3. Porcentajes obtenidos de los resultados positivos en los análisis para agua y limón persa en la detección de *Escherichia coli.*

Conclusiones

El análisis de la calidad microbiológica permitió evidenciar que los microorganismos de mayor presencia en el limón persa y agua para su lavado son coliformes totales y fecales, siendo necesario buscar alternativas para la reducción o eliminación de estos, fortaleciendo las Buenas Prácticas de Higiene y al mismo tiempo garantizar la seguridad alimentaria.

Literatura citada

Birke-Biewendt, A. A. (2026). *Limón Persa en Veracruz: un tesoro verde*. Instituto de Ecología. AC. https://surl.li/nyftfk

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2026). *Food safety and quality*. https://www.fao.org/food-safety/en

Santoyo-González, M. A., González-Estrada, R. R., Blancas-Benítez, F. J., Martínez-Gutiérrez, P. and Velázquez-Estrada, R. M. (2024). Impact of GRAS compounds applied by ultrasonic nebulization on decay control and quality parameters in Persian lime. *Brazilian Journal of Microbiology, 56*(1), 263-274. doi:10.1007/s42770-024-01565-x

COMPATIBILIDAD DEL CHILE TABICHE INJERTADO SOBRE EL PORTAINJERTO CM-334

César Sánchez-Hernández[1]; Florinda García-Pérez[1]; Perpetuo Elorza-Pacheco[1*]; Aurea Judith Vicente-Pinacho[2]; Miguel Ángel Sánchez-Hernández[3]

[1]Novauniversitas, Oaxaca. [2]Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 123, Oaxaca

[3]Universidad del Papaloapan, *campus* Loma Bonita.

*elorzaperpetuo@gmail.com

Introducción

El chile tabiche es un cultivo local que se produce en Ocotlán, Ejutla y Miahuatlán de Porfirio Díaz en el estado de Oaxaca, en el año 2024 se sembraron 2205.45 ha^{-1} de chile verde, con un volumen de producción de 9099.11 t y rendimiento promedio de 4.13 t ha^{-1}, en la región de Valles Centrales se establecieron 260.15 ha^{-1} con un volumen de producción de 2071.88 t y rendimiento promedio de 7.96 t ha^{-1}. Los problemas fitosanitarios y agronómicos reducen de manera importante la productividad y calidad del chile. Vásquez *et al*. (2009) realizaron un estudio sobre la etiología de la marchitez del chile de agua en Oaxaca, México y reportaron que en los ciclos agrícolas 2000 y 2001 la enfermedad de la marchitez del chile se presentó con una incidencia que fluctuó entre 60 y 70 % y causó pérdidas económicas significativas a los productores. La enfermedad se presentó en plantas de chile de 50 a 60 días de edad y se caracterizó por la marchitez de follaje, caída de flores y frutos, necrosis del tejido externo e interno del cuello de la raíz y muerte de plantas. Una alternativa para el manejo de *Phytopthora capsici* en el cultivo de chile es el uso de portainjertos, al respecto, García *et al*. (2010) evaluaron el portainjerto CM-334 en chile ancho y Osuna *et al*. (2012) evaluaron portainjertos comerciales en chiles cayene, jalapeño y chilacas. Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar la compatibilidad del chile tabiche injertado sobre chile serrano criollo de Morelos 334 (CM334) como patrón en Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en un invernadero en batería tipo túnel con ventila cenital con cubierta de polietileno calibre 720 y 90% de transmisión de luz en San Pedro Apóstol durante noviembre de 2024 y marzo de 2025. Para la aclimatización de los injertos se realizó una cámara de prendimiento de 3 m de largo, 2 m de ancho y 2 m de altura cubierto con polietileno calibre 720. Los injertos estuvieron en la cámara de prendimiento durante 15 días, posteriormente se trasladaron a un invernadero con cubierta plástica para continuar su aclimatización. A los 5, 10 y 15 días después del injerto (ddi) se obtuvieron cinco muestras de la unión del injerto de plántulas injertadas de un tramo de tallo de 10 mm de largo, colocándose en una solución formaldehído-alcohol-ácido acético (50% etanol 96º + 5% ácido acético glacial + 10% formaldehído de 40% de pureza + 35% agua destilada) y se enviaron las muestras al Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México para su procesamiento y tinción.

Resultados y discusión

Se requieren 42 días en el genotipo CM-334 para que alcance un diámetro de tallo de 1.6 mm, mientras que en la variedad criolla de chile tabiche se alcanza ese diámetro del tallo a los 45 días, la sincronización se logra sembrando la semilla del chile tabiche tres días antes que la semilla del chile CM-334. El porcentaje de prendimiento del injerto del chile tabiche/CM-334 fue de 88%, este resultado indica que existe una buena unión injerto/portainjerto al injertarse la variedad criolla de chile tabiche sobre el portainjerto CM-334, y el 12% de plántulas que no prendieron en los injertos realizados se asocia al afecto del injertador y las condiciones de humedad de la cámara de

prendimiento. Con base en los modelos de regresión lineal estimados a los 35 días después de la emergencia de las semillas del portainjerto e injerto para estimar la velocidad de crecimiento del diámetro del tallo en ambos materiales se encontró que el diámetro del tallo del portainjerto CM334 creció 0.0380 mm día^{-1} y el injerto de la variedad criolla de chile tabiche 0.035 mm día^{-1}.

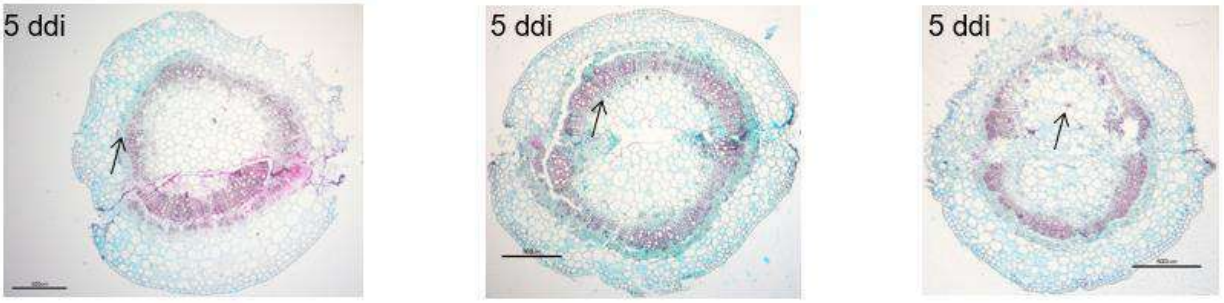


Figura 1. Corte transversal de la unión del injerto de chile de agua/CM-334 a los 5, 10 y 15 días después del injerto. Las flechas indican la zona de union del injerto.

Conclusiones

La semilla del chile CM-334 debe sembrarse siete días antes que el chile tabiche para que tengan el mismo diámetro de tallo (1.6 mm) durante la realización del injerto. El chile tabiche presentó compatibilidad anatómica para ser injertado sobre el portainjerto CM-334, observándose continuidad vascular completa en la unión del injerto a los 15 ddi.

Literatura citada

García-Rodríguez MR, Chiquito-Almanza E, Loeza-lara PD, Godoy-Hernández H, Villordo-Pineda E, Pons-Hernández JL, González-Chavira MM, Anaya-López JL (2010). Producción de chile ancho injertado sobre criollo de morelos 334 sobre para el control de *Phytophthora capsici*. *Agrociencia, 44*(6):701-709. https://www.redalyc.org/pdf/302/30215554008.pdf

Osuna-Ávila P, Aguilar-Solís J, Fernández-Pavia S, Godoy-Hernández H, Corral-Díaz B, Flores-Margez JP, Borrego-Ponce AO, Olivas E (2012) Injertos en chiles tipo Cayene, jalapeño y chilaca en el noroeste de Chihuahua, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(4):739-750. https://www.redalyc.org/pdf/2631/263123209009.pdf

Vásquez-López A, Tlapal-Bolaños B, Yáñez-Morales MJ, Pérez-Pacheco R, Quintos-Escalante M (2009) Etiología de la marchitez del 'chile de agua' (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. Revista Fitotecnia Mexicana *32*(2):127-134. https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/734

SELECCIÓN DE PARENTALES CON RESISTENCIA A ENFERMEDADES DEL ARROZ EN LA OBTENCIÓN DE F1

Carolina Almanza-López[1], Petra Andrade-Hoyos[2*], Leonardo Hernández-Aragón[2], Leticia Tavitas-Fuentes[2], Roberto de la Cruz Díaz-Juárez[2*], Antonio Villalobos Gonzalez[3], José Alberto Urrieta-Velázquez[4]

[1]Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco,[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo, Experimental Zacatepec, Morelos., [3]INIFAP- Campo Experimental Edzná, Campeche, [4]INIFAP-RASPA-CENID

andrade.petra@inifap.gob.mx, diaz.roberto@inifap.gob.mx

Introducción

En 2024 en México la producción de arroz ascendió a 219 587.87 toneladas, siendo Nayarit (36.50%), Veracruz (14.81%) y Michoacán (13.56%) los principales productores. Morelos ocupa el séptimo lugar con 6386.67 toneladas que representa el 3.15% de la producción nacional (SIAP 2025). Sin embargo, la producción del arroz es afectada directamente por variables climáticas como la temperatura, la radiación solar y el viento. Entre las limitantes biológicas se encuentran las enfermedades causadas por hongos *Curvularia* sp., *Pyricularia* sp., *Bipolaris oryzae* y en menor medida por *Daldinia* sp., en las enfermedades bacterianas resaltan el tizón, causado por *Burkholderia glumae*; y entre los patógenos que causan el manchado de arroz, se han reportado *Bipolaris oryzae*, 14 especies de *Curvularia* (Hernández-Aragón y Tavitas-Fuentes, 2016; Vivas e Intriago, 2012). En consecuencia, resulta necesaria la investigación de los patógenos y pruebas de patogenicidad de los mismos; con base en lo anterior, el objetivo fue seleccionar parentales masculinos con resistencia a enfermedades para incorporar resistencia a variedades comerciales de arroz, y obtener la F1 con promisoria resistencia a enfermedades.

Materiales y métodos

En el Campo Experimental Zacatepec del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, ubicado en Zacatepec, Morelos perteneciente al INIFAP se realizaron cruzamientos entre cultivares resistentes a *Burkholderia glumae* (Temporalero A-95, PCTMADR-707-2-1-4-2SR-2P, FL010030-12P-9-2P-2P-4P-M y MORELOS A-2010) y moderadamente resistentes (FL010164-7P--P-1P-M, 1R 70182-24PM1-2-2-11, PCTMADR-602-2L-2–3SR-2P y FL02 768-2P-6-4P-1P-M-1P-F13) y a los hongos *Curvularia* sp, *Bipolaris* sp., *Bipolaris oryzae* y *Daldinea* sp. con cultivares de importancia comercial en el país (INIFLART-RT, SILVERIO, AZTECA, NAYARITA, MORELOS A 2016) los cuales se designaron como parentales femeninos.

La emasculación se realizó removiendo las anteras de los parentales maternos antes de que ocurra la antesis para evitar la autofecundación. Las plantas emasculadas se recubrieron para evitar que sean fecundadas por polen indeseado. La polinización se realizó cuando ocurrió la antesis en el parental masculino. Se evaluó el número de semillas de granos fecundados después de la polinización del arroz con resistencia a enfermedades en la obtención de la F1.

Resultados y discusión

Se realizaron un total de 160 cruces, de las cuales se obtuvieron 339 granos prendidos de las distintas variedades. Las cruzas con mayor éxito fueron el Silverio/5-62 con un total de 37, seguida por Nayarita/10-133 con 34 granos y Morelos A-2016/5-62 con 27 semillas obtenidas después de las cruzas. Los porcentajes de infección fueron altos, el mayor fue de 56.82% y el menor de 22.34%, Pese a que el mayor porcentaje de mortalidad fue de 27.65%, dos genotipos presentaron una mortalidad de 0%. Ninguno de estos valores presentó diferencias significativas. Por otro lado, el valor más alto del porcentaje de grano manchado lo presentó la variedad

TEMPORALERO A-95 con 20.55% y el valor más bajo fue de 2.77% por parte el genotipo PCTMADR-602-2L-2-3-3SR-2P. El genotipo PCTMADR-707-2-1-4-2SR-2P mostró mayor valor de porcentaje de grano vano (82.74%) en contraste con el genotipo 1R 70182-24PM-1-2-4-11 que obtuvo el valor más bajo (5.71%) mostrando diferencias significativas en la cosecha (Cuadro 1). Se evaluaron los parentales de arroz quienes resultaron resistentes al manchado del arroz, patógenos que se transmiten por semilla, se consideró el porcentaje de germinación en los genotipos utilizados como parentales masculinos, se mantuvieron altos, siendo 98.27% el valor mínimo registrado. El porcentaje de infección fue reducido, siendo 26.66% el valor máximo registrado por la variedad INIFLART-RT y 10% el mínimo perteneciente a la variedad NAYARITA. Para todas las plántulas la mortalidad se mantuvo bajo el 7%. Por lo tanto, la infección en plántulas no presenta valores significativos.

Cuadro 1. Evaluación de la infección en plántulas y granos de arroz por los patógenos *Daldinia* sp., *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp. y *Bipolaris oryzae* asociados al manchado en plantas.

Genotipos masculinos de arroz con resistencia a patógenos	Porcentaje							
	Germinación		Infección en plántulas		Mortalidad de plántulas		Grano manchado	
TEMPORALERO A-95	94.77	ab	22.4	a	11.72	ab	20.55	a
MORELOS A-2010	93	b	45	a	27.65	a	8.48	de
FL010030-12P-9-2P-2P-4P-M	100	a	26	a	0	b	9.3	de
PCTMADR-707-2-1-4-2SR-2P	96.66	ab	55.31	a	13.65	ab	7.88	e
FL010164-7P-3-3P-1P-F13	94.64	ab	39.42	a	9.14	ab	10.69	cd
FL02 768-2P-6-4P-1P-M-1P-F13	96.55	ab	56.82	a	8.65	ab	13.72	b
1R 70182-24PM1-2-4-11	100	a	32	a	13.3	ab	13.21	bc
PCTMADR-602-2L-2-3-3SR-2P	91.33	ab	22.66	a	9	ab	2.77	f

Las letras minúsculas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey (α=0.05).

Conclusiones

En la evaluación de parentales con resistencia a enfermedad del manchado del arroz causado por *Curvularia* sp, *Bipolaris* sp., *Bipolaris oryzae* y *Daldinea* sp. aun no se ha logrado erradicar a los patógenos en plántulas de arroz; sin embargo, la mortalidad en la germinación y en plántulas disminuyo en los ocho parentales. En la obtención de los cruzamientos de arroz con variedades comerciales de arroz se obtuvieron 339 granos prendidos de las distintas variedades. Obteniendo cruzas con mayor éxito en el Silverio/5-62, seguida por Nayarita/10-133 y Morelos A-2016/5-62 después de los cruzamientos para incorporar resistencia a enfermedades del arroz. Esta información es inédita derivado de un Programa Nacional, surgiendo el subproyecto para la obtención de parentales para incorporar resistencia y obtener en un futuro de variedades con resistencia a enfermedades localmente importantes en México.

Literatura citada

Hernández-Aragón, L. & Tavitas-Fuentes, L. (2016). El arroz en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Zacatepec. Libro Técnico No. 14. Zacatepec, Morelos, México. 544 p.

SIAP. (2025). Anuario estadístico de la producción agrícola, año agrícola 2024. Ciudad de México, México: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

Vijay, D., & Roy, B. (2013). Chapter-4 Rice (Oryza Sativa L.). Breeding, Biotechnology and Seed Production of Field Crops (December), 71-122.

Vivas, L., & Intriago, D. (2012). Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador. Boletín divulgativo, 426(1), 1-12.

EFECTO DE PRODUCTOS ORGÁNICOS EN EL MANEJO *in vitro* DE *Colletotrichum gloeosporioides* Penz AISLADO DE AGUACATE

Vargas-Hernández, Mateo[1]; Ayvar-Serna, Sergio[2]; Díaz-Nájera, José Francisco [2]; Arispe-Vázquez, José Luis[3], Apáez-Barrios, Maricela[2]

[1]Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Iguala de la Independencia, Guerrero,

* mvargash@chapingo.mx

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es uno de los frutos tropicales y subtropicales más importantes a nivel mundial. La búsqueda de nuevos compuestos útiles para el control de plagas y enfermedades ha despertado interés por el estudio de los extractos vegetales como herramientas sustentables para contrarrestar los daños por enfermedades fungosas como la antracnosis. Existe una amplia gama de plantas que producen metabolitos secundarios con propiedades antimicrobianas de gran utilidad para la producción de alimentos inocuos. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de diferentes productos orgánicos sobre el crecimiento e inhibición de *Colletotrichum gloeosporioides* en condiciones *in vitro*.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología en las instalaciones del Centro de Estudios Profesionales (CEP), del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO). Se utilizó la cepa patogénica de *Colletotrichum gloeosporioides* CSAEGCgA2020. Para el ensayo *in vitro* se utilizó la técnica de cultivo envenenado (Kumar y Mane, 2017), con los productos; T1= Testigo, T2= ProgranicNeemAcar® (*Azadirachta indica* A. Juss. *(Neem*) + *Cinnamomun zeylanicum* Neess (Canela), T3= REGALIA® MAXX [*Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai (Hierba gigante)], T4= PROGRANIC® OMEGA [*Argemone mexicana* L. (Chicalote)] y T5= Prograniс® MEGA (extracto de gobernadora). El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, en una caja Petri con 20 ml de PDA, se sembró un disco del patógeno de 0.5 mm en el centro, posteriormente se realizaron mediciones del diámetro de la colonia cada 24 horas y se determinó el porcentaje de crecimiento e inhibición del patógeno, el estudio finalizó cuando el testigo cubrió la caja, a los datos obtenidos se les realizó un análisis estadístico y una prueba comparaciones de medias por el método de Tukey con el software SAS®.

Resultados y discusión

Los tratamientos con extractos vegetales provocaron efectos altamente significativos sobre el Diámetro de la colonia de *C. gloeosporioides*. Se encontró que el producto comercial y Progranic NeemAcar® CE, inhibió 100 % el crecimiento de la colonia de *Colletotrichum gloeosporioides*. En el resto de los productos hubo un efecto fungistático sobre el crecimiento micelial de *C. gloeosporioides* (Cuadro 1). Se determinó que el producto a base de extracto de *Azadirachta indica* A. Juss. *(Neem*) + *Cinnamomun zeylanicum* Neess (Canela) (Progranic NeemAcar® CE) provocó 100 % de inhibición sobre el desarrollo de la colonia del patógeno; comparativamente, se observó que en los tratamientos *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai (Hierba gigante) REGALIA® MAXX, *Argemone mexicana* L. (Chicalote) PROGRANIC® OMEGA sólo se retrasó o inhibió el crecimiento del micelio del hongo patógeno; el menor efecto fungistático con promedió 50.14 % se obtuvo en el tratamiento con extracto de *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville (Gobernadora) (Prograniс® Mega) (Figura 1).

Se ha reportado que en condiciones *in vitro,* los extractos inhiben el crecimiento del patógeno, de manera que ayudan a controlar las enfermedades en frutales (Hernández *et al.,* 2007). Por otra parte, Guédez *et al.* (2014) reportaron que el aceite esencial de naranja es efectivo para inhibir el crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides.* Asimismo, argumentaron que es una alternativa de control de hongos efectiva y sin contaminantes, tanto preventiva como curativa, capaz de preservar por más tiempo los frutos en almacén.

Cuadro 1. Comparación de los valores promedio del diámetro de las colonias de *C. gloeosporioides* incubado en PDA envenenado con extractos vegetales.

Tratamiento	Día/horas								
	1/24	2/48	3/72	6/144	7/168	8/192	17/408	18/432	19/456
	Diámetro de la colonia del hongo en (cm)								
Testigo	0.48a*	0.82 a	2 a	3.82 a	4.44 a	4.84 a	6.42 a	6.66 a	6.72 a
PrograniceemAcar®	0 c	0 c	0 b	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d
REGALIA® MAXX	0 c	0.04 c	0.12 b	0.34 c	0.44 c	0.56 c	1.72 c	1.86 c	2.08 c
PROGRANIC® OMEGA	0.22 b	0.42 b	0.58 b	1.16 b	1.34 b	1.54 b	2.62 b	2.68 b	2.88 b
Progranic® MEGA	0.22 b	0.36 b	0 .54 b	1.20 b	1.48 b	1.68 b	3.06 b	3.26 b	3.34 b
DSH	0.13	0.11	0.65	0.19	0.26	0.32	0.65	0.65	0.69

DSH= diferencia significativa honesta. *Medias con la misma letra por columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, α = 0.05).

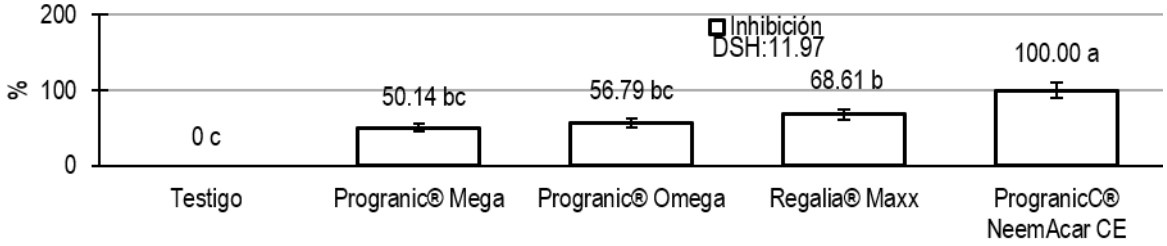


Figura 1. Porcentaje de inhibición de las colonias de *C. gloeosporioides,* a las 456 horas de incubación en medio de cultivo PDA + extracto vegetal. Los valores promedio con las mismas letras, no son estadísticamente diferentes (Tukey, α= 0.05); DSH= Diferencia significativa honesta.

Conclusión

Los tratamientos evaluados mostraron diferencias significativas. El tratamiento PrograniceemAcar® (*Azadirachta indica* A. Juss. (*Neem*) + *Cinnamomun zeylanicum* Neess (Canela) ejerció acción fungicida contra *C. gloeosporioides* en condiciones *in vitro,* el resto de los productos utilizados solo retrasaron el crecimiento del patógeno.

Literatura citada

Guédez, C., Cañizalez, L., Avedaño, L., Scorza, J., Castillo, C., Olivar, R., Méndez, Y. & Sánchez, L. 2014. Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos postcosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.). Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología. 43: 81-85.

Hernández, L. A. N., Baustiño, B. S. & Velázquez, V. 2007. Prospectiva de extractos vegetales para controlar las enfermedades postcosecha hortofrutícolas. Revista Fitotecnia. 30 (2): 119-123.

Kumar P. & S. S. Mane. 2017. Studies on the Compatibility of biocontrol agents with certain fungicides. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6:1639-1644.

ACEITES ESENCIALES DE ROMERO Y CANELA EN EL CONTROL DEL MANCHADO DEL ARROZ

Petra Andrade-Hoyos[1]; José Alberto Urrieta-Velázquez[2]; Carolina Almanza-López[3], Maríanguadalupe Hernández-Arenas[1]; Aarón Mendieta-Moctezuma[4]*, Leticia Tavitas-Fuentes[1], Valeria Maldonado-Figueroa[5], Nadia Landero-Valenzuela[6]*

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatepec, Morelos. [2]Agricultura Protegida, CENID-RASPA, INIFAP, [3] Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, [4]Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional, Tlaxcala. [5]Instituto Tecnológico de Zacatepec, [6]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura, Saltillo, Coahuila.

*mendietam@ipn.mx, nadialandero00@gmail.com

Introducción

El arroz (*Oryza sativa L.*) es el segundo grano de importancia mundial con una producción global de 0.24 millones de toneladas métricas en México (Reyes-Santiago et al., 2022). Entre los problemas recurrentes destaca el “manchado de grano”, un complejo asociado a múltiples hongos que reduce calidad industrial, vigor y germinación; *Bipolaris oryzae* y especies de *Curvularia* figuran entre los agentes más frecuentes en distintas regiones. El control químico (ftalimidas como captan) puede ser eficaz, pero su uso repetido incrementa el riesgo de resistencia, residuos y problemas ambientales. Por ello, los aceites esenciales (AEs) se estudian como biorracionales por su actividad antifúngica multisitio (alteración de membranas, pared celular y estrés oxidativo), lo que disminuye la probabilidad de resistencia. El objetivo del presente estudio consiste en analizar el efecto antimicrobiano de los aceites esenciales (AEs) de romero (*Salvia rosmarinus*) y corteza de canela (*Cinnamomun verum*) en el biocontrol de *Bipolaris* sp. y *Curvularia* sp. en plántulas de arroz.

Materiales y métodos

Para el aislamiento e identificación de los patógenos, semillas del banco de germoplasma del INIFAP se desinfestaron con hipoclorito de sodio al 2%, se sembraron en Agar Papa Dextrosa (PDA) e incubaron a 28 °C por 48 h. Los aislamientos se purificaron, se realizaron micro preparaciones y se identificaron morfológicamente como *Bipolaris* sp. y *Curvularia* sp.; las cepas se conservaron en tubos inclinados a 4 °C. Material vegetal: Se utilizó sustrato de perlita previamente esterilizada a 150 °C durante 2 h, se sembraron plántulas de arroz genotipo 60 WAB45024-2-3P33HB. Posteriormente, se inocularon con *Bipolaris* sp. y *Curvularia* sp. Los AEs de hoja seca de *S. rosmarinus* y corteza de *C. verum* se obtuvieron por destilación de arrastre de vapor y se secaron con Sulfato de sodio anhidro. El bio-formulado consistió en preparar jabón potásico (1.0 mL/1000 mL) de agua y aceite esencial de canela y romero (concentraciones $c_1 = 500$, $c_2 = 100$ y $c_3 = 1000\ \mu l$), se aplicaron cada 15 días a las plántulas previamente infectadas con *Bipolaris* sp. y *Curvularia* sp. (0.5 mL). Se empleó el fungicida Captan 50 WP a de 0.5 mL, como dobles testigos se inoculó agua y los patógenos de arroz por separado.

Resultados y discusión

En plántulas inoculadas, ambos patógenos indujeron lesiones típicas de manchado foliar/necrosis. Para *Bipolaris* sp., los formulados con AE redujeron el tamaño de lesión respecto al testigo inoculado, pero su efecto fue inferior al de captan, sugiriendo que, bajo estas condiciones, el nivel de presión de inóculo pudo exceder la capacidad protectora del bio formulado. En contraste, para *Curvularia* sp. se observó una reducción más marcada del tamaño de síntomas; el AE de romero mostró un desempeño cercano al testigo químico. En general, los AEs con alto contenido cinnamaldehído en canela tienden a mostrar actividad antifúngica potente e inhiben germinación y crecimiento micelial a bajas concentraciones (Kishore et al., 2007).

Estudios en patógenos asociados a cereales han reportado alta eficacia de canela frente a hongos que colonizan grano. En el presente bioensayo la canela mostró un efecto notable contra *Curvularia* sp. (mayor inhibición a 500 µL L^{-1}), lo que coincide con reportes donde *Curvularia* spp. puede ser particularmente sensible a canela.

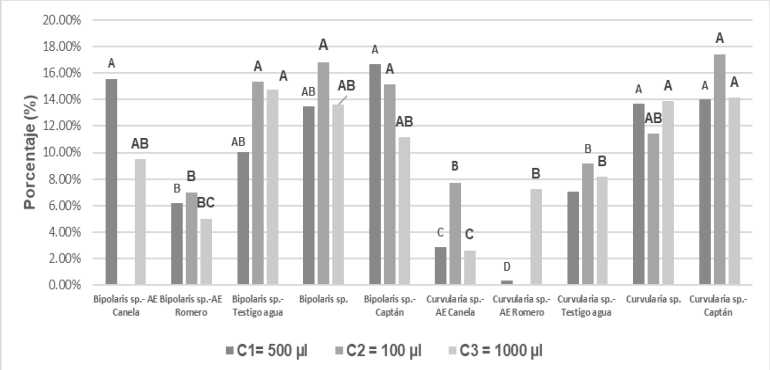


Figura 1. Porcentaje de inhibición de lesiones causada por *Bipolaris* sp., *Bipolaris oryzae* y *Curvularia* sp. en plantas de *O. sativa* L. ante la aplicación de los formulados de aceites esenciales de *S. rosmarinus* y *C. verum* a concentración C1= 500, C2 = 100 y C3 =1000 *µL*.

El romero, por su parte, suele presentar actividad antifúngica moderada, y se ha documentado inhibición de crecimiento y alteraciones morfológicas en diversos hongos fitopatógenos (Yuan et al., 2024). El romero fue el tratamiento más consistente, especialmente contra *Curvularia* sp., sobre el que alcanzó niveles comparables a captan. Trabajos de control con aceites en patógenos de arroz (incluyendo *B. oryzae*) también muestran que canela y romero pueden reducir crecimiento del patógeno, pero con efectos dependientes de concentración y formulación (Kamali et al., 2025).

Conclusiones

Los Aes de romero y canela redujeron la severidad de síntomas causados por *Bipolaris* sp. y *Curvularia* sp. en plántulas de arroz. En conjunto, los AE evaluados son candidatos biorracionales para integrar el manejo del manchado de grano, priorizando formulaciones y aplicaciones preventivas para maximizar su eficacia.

Literatura citada

Kamali P., Jaiganesh V. N., Devayani S., Sundaramoorthy C., Kannan M., Theradimani J., Sheela N., Rajinimala, Sudha Raja Kumar R. & Ranjith Raja, Ram S. (2025). Mycocidal effect of plant-based essential oil on rice brown spot / sesame leaf spot incited by *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker. *Plant Science Today, 12*(sp3), 1–10.

Yuan, T., Hua, Y., Zhang, D., Yang, C., Lai, Y., Li, M., Ding, S., Li, S., & Chen, Y. (2024). Efficacy and Antifungal Mechanism of Rosemary Essential Oil against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Forests*, *15*(2), 377. https://doi.org/10.3390/f15020377

Reyes Santiago, E., Bautista Mayorga, F., & García Salazar, J. A. (2022). Análisis del Mercado de maíz en México desde una perspectiva de precios. *Acta universitaria*, *32*.

Kishore, G. K., Pande, S., & Harish, S. (2007). Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. *Plant disease*, *91*(4), 375-379.

CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DE EXTRACTOS VEGETALES DE USO MEDICINAL EN AGROECOSISTEMAS DEL ESTADO DE VERACRUZ

Wendy Marisol Mazón-Abarca[1]; Emeleen Esther Vázquez-Lara[2]; Rosa Isela Castillo-Zamudio[1]

[1]Colegio de Postgraduados Campus Veracruz; [2]TecNM Instituto Tecnológico de Veracruz

wm.mazon.a@gmail.com

Introducción

En México, Veracruz es considerado uno de los estados con mayor diversidad, así como un refugio, donde las plantas medicinales juegan un papel importante tanto ecológico como social. Las plantas medicinales suelen integrarse en sistemas complejos como los huertos familiares y en traspatio. Son cultivadas y empleadas por familias que se ubican en pueblos y ciudades, específicamente por madres y abuelas, quienes se dedican a conservar la tradición familiar. *Plectranthus amboinicus*, *Thymus vulgaris* y *Mimosa tenuiflora* han sido reconocidas a través de la historia como plantas empleadas en el manejo de infecciones bacterianas, respiratorias y gastrointestinales (Kumari *et al.* 2025). Asimismo, se han usado extractos para el tratamiento de enfermedades en plantas causadas por algunos microrganismos como la antracnosis en frutales debida principalmente a la presencia de complejos fúngicos (Borges *et al.*, 2017; Vilaplana *et al.*, 2018). El objetivo de este estudio fue determinar y comparar el tamizaje fitoquímico de extractos etanólicos de *Plectranthus amboinicus*, *Thymus vulgaris* y *Mimosa tenuiflora*, para evaluar su viabilidad como plantas con propiedades antifúngicas en función de la presencia de grupos funcionales bioactivos.

Materiales y métodos

Las hojas de *Plectranthus amboinicus, Thymus vulgaris* y la corteza de *Mimosa tenuiflora*, fueron adquiridas en el mercado local del puerto de Veracruz. Se lavaron con agua destilada y secadas a temperatura de 60 °C durante 48 horas. El material vegetal seco, se pulverizó utilizando una licuadora industrial y se almacenó en recipientes herméticos protegidos de la luz hasta su uso. Para la extracción se siguió la metodología de Malpica-Acosta et al. (2024). Se pesaron 10 g de material vegetal seco pulverizado de cada especie, los cuales se sometieron a extracción por maceración utilizando 100 mL de etanol al 96 % (1:10 p/v) en matraces envueltos con papel aluminio. La maceración se realizó durante 9 días con recambios cada 72 horas a temperatura ambiente, en agitación continua a 175 rpm. Posteriormente, los extractos fueron filtrados mediante papel Whatman No. 42 y el solvente se eliminó a presión reducida en un rota evaporador a 75° C. Los extractos secos se conservaron a -20 °C hasta su análisis fitoquímico. Las pruebas de caracterización de los extractos vegetales se realizaron de acuerdo a la metodología de Bañuelos-Valenzuela et al. (2018).

Resultados y discusión

Los tres extractos mostraron una elevada presencia de fenoles y taninos, estos resultados coinciden con estudios fitoquímicos de otras especies medicinales, donde los compuestos fenólicos desempeñan funciones en actividades antioxidantes y antimicrobianas, contribuyendo a una actividad biológica relevante frente a fitopatógenos. (Bañuelos-Valenzuela *et al.*, 2018). La alta concentración en *P. amboinicus* y *T. vulgaris* valida su uso para contrarrestar el daño por patógenos, donde los fenoles actúan reduciendo la carga bacteriana (Vilaplana *et al.*, 2018; Malpica-Acosta *et al.*, 2024). Asimismo, Kumari et al. (2025) reportaron que *T. vulgaris* y *Origanum vulgare* presentan abundante contenido de fenoles y flavonoides asociados. *M. tenuiflora* mostró un perfil fitoquímico más robusto con la presencia de alcaloides, terpenos y alto grado de insaturación, además de fenoles. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Borges et al. (2017) quienes evidenciaron la presencia de compuestos fenólicos, taninos y otros

metabolitos secundarios, asociándolos con actividad antimicrobiana en cepas bacterianas. La presencia de alcaloides, marca una diferencia cualitativa importante, sugiriendo una mayor fitotoxicidad contra fitopatógenos que no estarían presentes de la misma forma en *T. vulgaris* y *P. amboinicus*. La elevada concentración de terpenos, suelen manifestarse como una respuesta sinérgica, induciendo el deterioro práctico y físico del tejido celular fúngico (Vilaplana *et al.*,2018). La insaturación y esteroles están relacionadas con la complejidad de sus lípidos y resinas, reforzando su acción antiséptica y como agente de reconstrucción estructural (Borges *et al.*, 2017).

Cuadro 1. Resultados de las pruebas fitoquímicas comparativas por extracto vegetal.

Metabolito	*Plectranthus amboinicus*	*Thymus vulgaris*	*Mimosa tenuiflora*
Alcaloides	-	-	+
Fenoles/taninos	+++	+++	+++
Flavonoides	+	-	-
Terpenos	-	-	+++
Esteroles	+	+	+
Insaturación	+	++	+++
Flavonas	-	+	-

* Los resultados del análisis fitoquímico se expresaron de forma cualitativa como presencia elevada (+++), presencia moderada (++), presencia baja (+) y ausencia (−).

Conclusiones

Las tres especies comparten una base fitoquímica rica en antioxidantes fenólicos, *M. tenuiflora* posee la mayor versatilidad terapéutica, debido a su contenido de terpenos y alcaloides. *T. vulgaris* y *P. amboinicus* se perfilan como agentes antimicrobianos más específicos, siendo el primero más rico en compuestos insaturados y flavonas, corroborándose así su viabilidad como plantas con grupos bioactivos contra daños por plagas y su recomendación para la integración en los huertos familiares y en traspatio.

Literatura citada

Bañuelos-Valenzuela, R., Delgadillo-Ruiz, L., Echavarría-Cháirez, F., Delgadillo-Ruiz, O., & Meza-López, C. (2018). Composición química y FTIR de extractos etanólicos de *Larrea tridentata, Origanum vulgare, Artemisa ludoviciana y Ruta graveolens*. Agrociencia, 52(3), 309-321.http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000300309&lng=es&tlng=es.

Borges, I. V., Cavalcanti, L. S., Neto, A. F., da Silva, J. R. R. G., Rolim, L. A., & da Cruz Araújo, E. C. (2017). Identificação da fração antimicrobiana do extrato da *Mimosa tenuiflora*. *Comunicata Scientiae*, *8*(1), 155-164.

Kumari, N., Malasha, A., Kumar, A., Jha, A. K., & Gupta, V. K. (2025). Qualitative phytochemical profiling of *Thymus vulgaris* and *Origanum vulgare* with implications for phytochemistry and microbial therapeutics. Journal of Medicinal Plants Studies, 13(3), 269-273. https://doi.org/10.22271/plants.2025.v13.i3d.1868.

Malpica-Acosta, S. B., Acosta-Osorio, A. A., Benedito-Fort, J. J., & Castillo-Zamudio, R. I. (2024). Efecto de tres métodos de extracción en el rendimiento, actividad antioxidante, fenoles totales y estabilidad de extractos de hojas de *Plectranthus amboinicus*. Ciencia UAT, 18(2), 91-106. Epub 16 de agosto de 2024.https://doi.org/10.29059/cienciauat.v18i2.1797

Vilaplana, R., Pazmiño, L., & Valencia-Chamorro, S. (2018). Control of anthracnose, caused by *Colletotrichum musae*, on postharvest organic banana by thyme oil. *Postharvest Biology and Technology*, *138*, 56-63. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.12.008Get rights and content.

MANEJO DE LA MANCHA CAFÉ EN EL CULTIVO DE CHAMPIÑÓN (*Agaricus bisporus*)

Eduardo, Santiago-Elena; Mireya Anai, Zatarian- Zavala; Julieta, Martínez-Cruz; María de Jesús, González-Reyes; Disraeli Eron, Moreno-Guerrero

Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo

riquelme_124@hotmail.com

Introducción

El cultivo de champiñón (*Agaricus bisporus*) presenta diversas etapas como la formulación del compost, su composteo libreo y controlado, el crecimiento micelial y el desarrollo de esporomas tipo Cremini y Portobelo, siendo cada una de ellas susceptibles a contaminación por factores abióticos y bióticos como la presencia de hongos y bacterias que causan enfermedades (Potocnik *et al*., 2008). Jandaik et al. (1993) reportan algunas bacterias que afectan a setas (*Pleurotus ostreatus*) y champiñones (*A. bisporus*), causadas por *Pseudomonas agarici*, *P. stutzeri* y *P. tolaasi*, los síntomas que provocan en primordios son manchas cafés descoloridas y aguadas que producen distorsión de los esporomas. El control de estos problemas se da regularmente con tratamientos autorizados como procloraz y metrafenona en Europa y clorotalonil, tiabendazol y tiofanato de metilo en América del Norte (EFSA 2013), los cuales pueden quedarse como residuos en esporomas. El objetivo de este trabajo fue conocer la eficacia biológica de diversos ingredientes activos sobre tres cepas bacterianas que propician el desarrollo de la mancha café en bolsas de producción de champiñón (*Agaricus bisporus*).

Materiales y métodos

El experimento se realizó de marzo a mayo de 2025, en el módulo experimental de Agroecología, UACh. El compost se preparó con rastrojo de maíz (70%), estiércol de caballo (15%), salvado de trigo (5%), alfalfa achicalada (4%), yeso (4%) y urea (2%), después de la siembra de micelio de champiñón (3 % de peso total del sustrato), se aplicaron los productos a evaluar. A partir de esporomas con síntomas de la mancha café, se tomó una alícuota de 2 mL del exudado bacteriano, el cual se colocó en medio de cultivo enriquecido (ADS y CPG), se incubaron durante 48 h a 28 °C. Se demostró que tres cepas causan síntomas de la mancha café. Los tratamientos se aplicaron en dosis alta y baja en 10 primordios de 5 cm de diámetro por bolsa de producción de 10 kg (Cuadro 1). Se utilizo un diseño experimental completamente al azar, con nueve tratamientos y seis repeticiones. La concentración utilizada fue de $1x10^6$ UFC.mL^{-1}, aplicada en pre y postinfección. La severidad (%), se calculó mediante la determinación del área afectada del esporoma, dividido sobre área total del esporoma multiplicado por 100. Se evaluó el porcentaje (%) inhibición del crecimiento bacteriano en el cuerpo fructífero, estimando de manera visual la escala de inhibición en porcentaje con la fórmula de Abbott (1925).

Resultados y discusión

Con pruebas bioquímicas se identificaron a los géneros *Dickeya sp., Pectobacterium y Pseudomonas* sp., causantes de la mancha café en champiñón. Con base en el cuadro 1. Los tratamientos con mayores eficacias fueron: *Larrea tridentata* (8%) 2.0 mL L-1 (68.49% a) *Laminaria* sp. (4.27%) 3.0 mL L^{-1} (75.13% a), y el tratamiento con menor eficacia fue *Reynoutria sachalinensis* (24.4%) 1.5 mL L^{-1} (15.19 b) para la cepa de *Peptobacterium* sp. Los tratamientos con mayor eficacia fueron: *Laminaria* sp. (4.27%) 3.0 mL L^{-1} (71% a) y *L. tridentata* (8%) 2.0 mL L^{-1} (77% a), y con menor eficacia fue *Argemone mexicana* (20%) 2.5 mL L^{-1} (17% ab) para el caso de *Dickeya* sp. Para el caso de *Pseudomonas* sp., los tratamientos con mayor eficacia fueron: *L. tridentata* (8 %) 2.0 mL L^{-1} (72.4 a) y *Argemone mexicana* (20%) 2.5 mL L^{-1} (71.28 % a) el tratamiento con menor eficacia fue *Argemone mexicana* (20%) 5.0 mL L^{-1} (17 % c). Para el caso de *Laminaria digitata* (oligosacárido inductor de la resistencia sistémica adquirida), se ha estudiado su efecto bactericida que presenta contra *Pseudomonas anguilliseptica* y *Aeromonas*

almonicida, teniendo eficacia superior a desde 47 a 76% de eficacia biológica sin afecta primordios y cuerpos fructíferos de champiñon (Dubber y Harder, 2008).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para el manejo de la mancha bacteriana *(Dickeya* sp., *Pectobacterium* sp. y *Pseudomonas* sp.) en primordios de champiñón (*Agaricus bisporus*).

Tratamientos *	Severidad %			Eficacia Biológica %		
	Pectobacterium	*Dickeya*	*Pseudomonas*	*Pectobacterium*	*Dickeya*	*Pseudomonas*
T1. *Argemone mexicana* (20%) 2.5 mL.L^{-1}	2.1 b	2.1 b	2.5 b	51.3 ab	17 ab	71.3 a
T2. *Argemone mexicana* (20%) 5.0 mL.L^{-1}	2.1 b	2.0 b	2.5 b	22 c	75.2 a	17 c
T3. *Laminaria* sp. (4.27%) 1.5 mL.L^{-1}	4.1 ab	3.7 ab	3.9 ab	47.2 ab	51.4 ab	55.3 ab
T4. *Laminaria* sp. (4.27%) 3.0 mL.L^{-1}	2.5 b	4.1 ab	2.5 b	75.1 a	71 a	76.9 a
T5. *Reynoutria sachalinensis* (24.4%) 1.5 mL.L^{-1}	4.5 a	4.2 ab	4.6 a	49.6 ab	15.2 b	55.5 ab
T6. *Reynoutria sachalinensis* (24.4%) 3.0 mL.L^{-1}	3.95 ab	3.86 ab	4.23 ab	48.23 ab	52.3 ab	54.89 ab
T7. *Larrea tridentata* (8%) a 2.0 mL.L-1	2.49 b	2.24 b	2.49 b	68.49 a	77 a	72.4 a
T8. *Larrea tridentata* (8%) a 4.0 mL.L-1	3.85 ab	3.6 ab	3.76 ab	63.12 b	62 ab	59.9 ab
T9. Testigo absoluto	5.23 a	5.27 a	5.23 a	0 d	0 c	0 d

*Todos los tratamientos utilizados son productos comerciales (T1 y T2: Oleotech Chicalote; T3 y T4: Vacciplant Max; ; T5 y T6: Regalia® Maxx y T7 y T8: OrgFung), diluidos en agua destilada estéril a 1000 mL. Barras con letras distintas presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P≤0.05).

Todas las cepas bacterianas, se vieron afectadas por el extracto hidroalcohólico de *L. tridentata* (8%) en ambas dosis baja y alta, ya que afecta a las enzimas localizadas en las paredes celulares debido a la presencia de lignanos fenólicos y el ácido nordihidroguaiarético (NDA), mostrando eficacia en las tres cepas de 59 a 77% de eficacia, lo cual coincide con Morales *et al*., (2021) mostraron el efecto positivo *invitro* sobre *Clavibacter michiganensis*, *Pseudomonas syringae* y *Xanthomonas campestris*, arriba de un 50% de eficacia biológica.

Conclusiones

Los tratamientos *Argemone mexicana* (20%), *Larrea tridentata* (8%), y *Laminaria* sp. (4.27%) pueden considerarse como una alternativa para el manejo de la mancha café *(Dickeya* sp., *Pectobacterium* sp.) de manera preventiva en bolsas de producción de champiñón.

Literatura citada

Abbott, W. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18, 256-267.

Dubber, D. y Harder, T. (2008). Extracts of *Ceramium rubrum*, *Mastocarpus stellatus* and Laminaria digitata inhibit growth of marine and fish pathogenic bacteria at ecologically realistic concentrations. Aquaculture. Volume 274, Pages 196-200.

Jandaik, C. L, Sharma VP, Raina R. (1993). Yellow Blotch of *Pleurotus sajor caju* (Fr.) Singer-zinher, L., bacterial disease new to India. Mush. Res. 2:45-48.

Morales, U. A. L., Rivero, P. N., Avila, R. F., Aquino,T. E., Prieto, M. J., Helal, F. H., Gaber, E. Saber, B., Zaragoza, B., A. (2021). Bactericidal Activity of *Larrea tridentata* Hydroalcoholic Extract against Phytopathogenic Bacteria. *Agronomy,* 11, 5- 957

European Food Safety Authority. (2013). Reasoned opinion on the modification of the existing MRLs for metrafenone in various crops. *EFSA Journal*.11(1):3075.

Potocnik, I., Milijasevic, S., Rekanovic, E., Todorovic, B., Stepanovic, M. (2008). Sensitivity of *Verticillium fungicola* var. Fungicola, *Mycogene perniciosa* and *Cladobatryum* spp. To fungicides in Serbia. En: Van Gruening, M. (Ed.), *Science and cultivation of edible and medicinal fungi: Mushroom Science XVII,* South African Mushroom Farmers Association, Pretoria, South Africa, pp. 615-627.

DESARROLLO DE UNA ESCALA DIAGRAMÁTICA DE SEVERIDAD FOLIAR DE LA ROYA EN PIMIENTA GORDA

Marja Liza Fajardo-Franco[1*], Gabriel Chepe-Cruz[2], Martin Aguilar-Tlatelpa[1]

[1]Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Universidad Intercultural del Estado de Puebla. [2]Coordinador del Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua. Universidad Intercultural del Estado de Puebla

* marjaliza.fajardo@uiep.edu.mx

Introducción

La roya ocasionada por *Austropuccinia psidii* se ha reportado a nivel mundial afectando plantas pertenecientes a la familia Myrtaceae. Recientemente, se reportó la presencia de *A. psidii* en plantaciones de pimienta gorda (*Pimenta dioica*) en Huehuetla, Puebla. Cabe señalar que el estado de Puebla es el segundo productor a nivel nacional (1253.1 t), mientras que Huehuetla es el segundo municipio productor a nivel estatal con 208.25 t (Morales-German et al., 2025; SIAP, 2026). Los síntomas y signos de esta enfermedad se presentan en hojas, peciolos, inflorescencias, tallos jóvenes y en frutos (Morales-German et al., 2025). Sin embargo, no se cuenta con una escala diagramática relacionada con esta enfermedad en pimienta gorda. Las escalas diagramáticas son una herramienta útil, ya que representan los diferentes niveles del área foliar dañada y permiten determinar la intensidad de la enfermedad (Pethybridge y Nelson, 2015). El objetivo del presente estudio fue desarrollar una escala diagramática para la evaluación de la severidad de la roya (*A. psidii*) en hojas de pimienta gorda.

Materiales y métodos

En Huehuetla, Puebla se colectaron 100 hojas de pimienta gorda con síntomas y signos de la enfermedad (Figura 1). Se tomaron fotografías a cada hoja y se determinó el porcentaje de área foliar dañada en cada una mediante la aplicación Leaf Doctor (Pethybridge y Nelson, 2015).

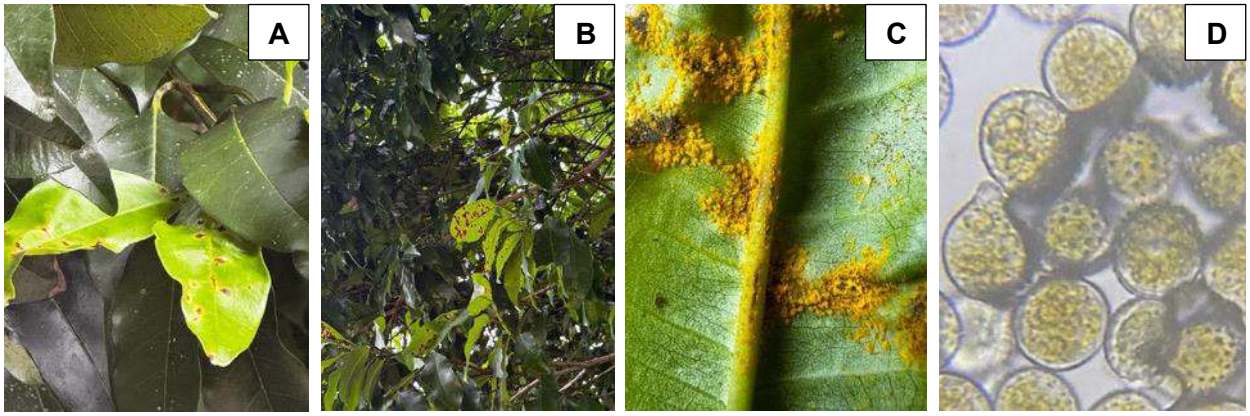


Figura 1. Síntomas y signos de la roya (*Austropuccinia psidii*) en pimienta gorda (*Pimenta dioica*) cultivada en Huehuetla, Puebla. A-B) Manchas de color púrpura a café en hojas. C) Pústulas amarillas-anaranjadas en el envés de la hoja. D) Uredosporas equinuladas, ovaladas a esféricas.

Resultados y discusión

Se obtuvieron seis clases, las cuales fueron 1 (0-0%), 2 (>0-3%), 3 (>3-6%), 4 (>6-12%), 5 (>12-25%), 6 (>25-50). Cada clase fue representada con una fotografía con síntomas característicos del nivel de severidad (Figura 2).

Las escalas diagramáticas permiten tener una representación realista de la severidad, por tal motivo, son una alternativa viable para cuantificar con mayor precisión el porcentaje de daño ocasionado por enfermedades (Pethybridge y Nelson, 2015). En el presente estudio, fue posible representar la severidad foliar de la roya de la pimienta gorda en niveles bajos a moderados. Sin embargo, debido a que la severidad en las hojas evaluadas fue menor al 50%, es necesario continuar con los muestreos para representar más clases hasta alcanzar el 100% del daño foliar.

Figura 2. Escala diagramática para evaluar la severidad foliar de la roya (*Austropuccinia psidii*) en pimienta gorda (*Pimenta dioica*).

Conclusiones

La escala diagramática propuesta es una primera aproximación para la evaluación de la severidad de la roya de la pimienta gorda, la cual puede ser útil en estudios epidemiológicos, para evaluaciones de la enfermedad en campo y en vivero, en condiciones naturales o bajo la acción de fungicidas, así como en el seguimiento del manejo de la enfermedad. La continuidad de esta investigación permitirá contar con una escala diagramática que represente los niveles máximos de la enfermedad.

Literatura citada

Morales-German, M.A., Fajardo-Franco, M.L., y Aguilar-Tlatelpa, M. (2025). Pimienta gorda (*Pimenta dioica*) en México y uso de microorganismos antagonistas en roya y antracnosis. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 43(4): 79. https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2024-35

Pethybridge, S.J, and Nelson, S. C. (2015). Leaf Doctor: A new portable application for quantifying plant disease severity. *Plant Disease*, 99:1310-1316

SIAP. (2026). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la producción agrícola 2024. En: https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

FITOSANIDAD Y SALUD PLANETARIA: LA PRODUCCIÓN DE CHILE (*Capsicum annumm*) EN SAN LUIS POTOSÍ

[1*]Moisés Roberto Vallejo-Pérez; [2]Fernando Díaz-Barriga; [3]Luis Manuel Galván-Ortiz; [4]Rodolfo de la Torre-Almaraz; [5]Hugo Moreno-Monsiváis; [1]Carlos Alberto Rebolloso-Hernández

[1]Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación-Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [2]Agenda Social, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [3]Facultad de Agronomía y Veterinaria -UASLPS.L.P. Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Iztacala, [4]Junta Local de Sanidad Vegetal del Altiplano Centro de San Luis Potosí.

* moises.vallejo@uaslp.mx

Introducción

La producción agrícola es una actividad esencial para garantizar el suministro de alimentos y materias primas a la humanidad. No obstante, los efectos nocivos asociados al uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes; así como la degradación de la biota edáfica, la flora y fauna, se han vuelto cada vez más evidentes y ya no pueden ser ignorados. Ante este panorama, la comunidad internacional impulsa el desarrollo de modelos y alternativas que permitan reducir la huella ambiental de la agricultura. Destacan la integración de herramientas digitales, la recopilación y transferencia de datos mediante plataformas tecnológicas y análisis avanzado de información a través de inteligencia artificial. Estas innovaciones buscan incrementar la eficiencia productiva, optimizar el uso de insumos y, en última instancia, disminuir la huella ecológica asociada a los sistemas agrícolas intensivos.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la región del Altiplano dentro de San Luis Potosí y se enfocó en caracterizar al cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) (Figura 1). Muestras vegetales con síntomas de mosaico clorótico fueron colectadas y procesadas para la extracción de ácidos nucleicos totales y analizadas por PCR utilizando los iniciadores para Geminivirus de Judith Brown (Av494/Ac1048) (Ala-Poikela et al., 2005). Adicionalmente, 30 plantas con síntomas de marchitez se obtuvieron 100 aislamientos que fueron desinfectados y en condiciones de asepsia se sembraron en medios de cultivo V8-Agar y PDA suplementados (Ampicilina 292 µg L-1 + Gentamicina 25 µg L-1 y/o PCNB 0.10 g L-1 + Himexazol 0.25 µg L-1) y se incubaron a 28 ± 2 °C por 72 h en oscuridad (Jung et al., 2017). A partir de los aislamientos homocarióticos obtenidos, los hongos fueron identificados a nivel de género mediante claves morfológicas (Marasas et al., 1984; Gallegly et al., 2008).

En las parcelas estudiadas se obtuvieron imágenes aéreas utilizando un VANT (DJI Mini 2) equipado con una cámara RGB (Sensor1/2 3” CMOS®) durante procesos activos de contagio. Los vuelos se realizaron a 10, 20 y 30 metros de altitud, capturando 250 imágenes, mismas que fueron analizadas para determinar la incidencia de la enfermedad. Adicionalmente, para determinar la abundancia y diversidad de la fauna insectil se realizaron colectas de insectos mediante captura con red entomológica desde las 10:00 h y hasta las 14:00 h. Las muestras fueron identificadas mediante claves taxonómicas y utilizando un estereomicroscopio (Olympus®, SZX7).

Resultados y discusión

Las muestras de chile con síntomas de mosaico clorótico fueron positivas al virus *Pepper golden mosaic virus* (PepGMV) clasificado dentro del género Begomovirus y transmitido por el insecto *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). En muestras de chile con síntomas de marchitez se identificaron los hongos *Fusarium verticillioides* y *F. solani* en 75-80% de las muestras. También se aisló a *Phytophthora* sp. en 40-50 % de las muestras. La incidencia y

severidad de cada una de las enfermedades estudiadas, estuvo determinada por el plan de manejo fitosanitario y las variedades de chile (*C. annuum*) cultivadas. Variedades locales de "chile ancho" fueron las más susceptibles, mostrando incidencias de hasta 70-100 %. Las variedades hibridas, fueron más resistentes a ambas enfermedades estudiadas (<5%).

Figura 1. Zona de estudio conformada por municipios productores de chile (*C. annuum*) de la Región Altiplano-Centro. Los puntos indican los sitios de colecta de material vegetal.

La diversidad de insectos colectados fue variable entre parcelas. El mayor número de himenópteros parasitoides se observó en parcelas con manejo agroecológico, mismas que también mostraron mayor diversidad y abundancia insectil en comparación con parcelas donde se realizan aplicaciones periódicas de plaguicidas.

Conclusiones

Los principales problemas fitosanitarios detectados en la zona de estudio corresponden al virus *PepGMV,* transmitido por la mosquita blanca (*B. tabaci*), y a la marchitez del chile ocasionada por el complejo *Fusarium spp. -Phytophthora sp*. La incidencia y la severidad de estas enfermedades varían según las variedades cultivadas y el manejo fitosanitario aplicado. La abundancia y diversidad insectil, también es afectado por el tipo de manejo fitosanitario.

Literatura citada

Ala-Poikela, M., Svensson, E., Rojas, A., Horko, T., Paulin, L., Valkonen, J. P. T., & Kvarnheden, A. (2005). Genetic diversity and mixed infections of begomoviruses infecting tomato, pepper and cucurbit crops in Nicaragua. Plant pathology, 54(4), 448-459.

Gallegly, M. E., & Hong, M. Phytophth : identifying species by morphology and DNA fingerprints. St. Paul Minnesota: American Phytopathological Society Press. 2008.

Marasas, W. F. O., Nelson, P. E., & Toussoun, T. A. (1984). Toxigenic Fusarium species. Identity and mycotoxicology (pp. xxi+-328).

INTERACCIONES ANTAGÓNICAS ENTRE UN HONGO DE CORTEZA Y LA EPÍFITA *Tillandsia recurvata* EN *Fraxinus pennsylvanica*

Haziel B. Zarate-Pérez[1] y Norma M. Alarcón-Rodríguez*[2]
[1]Departamento de Parasitología Agrícola. [2]Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo
Correo-e: nalarconr@chapingo.mx

Introducción

Las epífitas vasculares representan un componente importante de la biodiversidad en ecosistemas forestales tropicales y subtropicales; sin embargo, su presencia en contextos urbanos y agroforestales puede generar impactos negativos significativos en la salud y estructura del arbolado. Entre las especies de epífitas más problemáticas se encuentra *Tillandsia recurvata* (L.) L. (Bromeliaceae), comúnmente conocida como "musgo bola", que ha sido documentada como una de las epífitas que mayor daño causa en ambientes urbanos de América. La acumulación de biomasa de *T. recurvata* en las ramas incrementa la carga mecánica de manera progresiva, intercepta la radiación solar y limita el flujo de agua, lo que resulta en debilitamiento fisiológico de los tejidos del hospedero y eventual desprendimiento de ramas (Flores & Valencia, 2016). *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. es un árbol deciduo de la familia Oleaceae utilizado como ornamental en instituciones educativas y espacios verdes, constituye frecuentemente un componente importante del arbolado, por lo que problemas asociados a su colonización por epífitas representan una amenaza directa para la sostenibilidad del paisaje urbano y la seguridad de las personas. Estudios recientes han demostrado que las diferentes especies del género *Fraxinus* albergan comunidades complejas y diversas de hongos endófitos y epífitos que desempeñan funciones importantes en la resistencia a patógenos (Kosawand, 2018; Arnold, 2007). Estos hongos, particularmente aquellos recuperados de especies de *Fraxinus* tolerantes a enfermedades, han mostrado potencial como agentes de control biológico contra patógenos foliares e infecciones vasculares. El objetivo general de este estudio fue caracterizar las interacciones ecológicas entre la epífita vascular *Tillandsia recurvata* y un hongo de corteza de *Fraxinus pennsylvanica*, mediante análisis espacial.

Materiales y métodos

Se realizó un censo de *Fraxinus pennsylvanica* presente en el campus de la Universidad Autónoma Chapingo durante el período de marzo a agosto de 2025. Se georreferenciaron mediante coordenadas GPS un total de 524 árboles de la especie, lo que permitió crear un mapa de distribución espacial de los individuos y documentar la localización exacta de cada punto de muestreo. El material vegetal fue colectado a partir de corteza de ramas de *F. pennsylvanica*, para el aislamiento del hongo se desinfestó y colocó en medio PDA. Se realizaron cuatro repeticiones independientes por cada muestra colectada. Las cajas fueron incubadas a temperatura ambiente (20-25°C) en condiciones de luz natural durante 14 a 21 días, período esperado para observar crecimiento visible del micelio. Los datos de presencia/ausencia de *T. recurvata* y del hongo se tabularon en matriz de contingencia de 2×2 para evaluar la distribución conjunta de ambos organismos en los 524 árboles evaluados. Se calcularon frecuencias relativas y absolutas de cada categoría: (1) presencia exclusiva de *T. recurvata*; (2) presencia exclusiva del hongo; (3) presencia simultánea de ambos organismos; (4) ausencia de ambos. Este análisis permitió cuantificar evidencia de segregación espacial potencialmente indicativa de antagonismo.

Resultados y discusión

Se aisló un hongo presente en la corteza de ramas de *F. pennsylvanica*. La distribución espacial de ambos organismos en los árboles estudiados sugiere una posible interacción competitiva que limita la colonización de la epífita en áreas donde el hongo se encuentra presente. En la figura 1

se observa la distribución del total de 524 árboles de *F. pennsylvanica* censados en el campus de la Universidad Autónoma Chapingo.

Categoría	Número de árboles	Porcentaje
T. recurvata exclusiva	333	63.55%
Ambos (*T. recurvata* + hongo)	98	18.70%
Hongo exclusivo	6	1.15%
Ninguno de los dos	87	16.60%
Total	524	100.00%

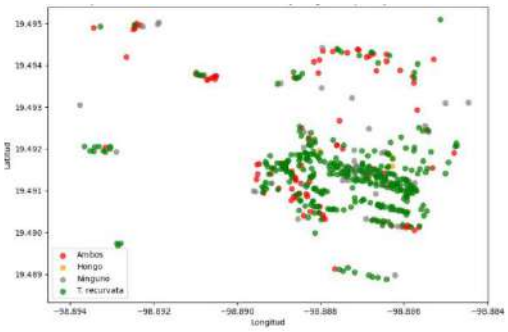


Figura 1. Distribución de *T. recurvata* y hongo endófito(izq), mapa distribución geoespacial con puntos (der).

En los 98 árboles donde se observó presencia simultánea de *T. recurvata* y el hongo, se registró un patrón espacial consistente: la epífita se establecía predominantemente en partes bajas de la copa y en el tronco, particularmente en áreas donde la corteza presentaba mayor rugosidad. En contraste, en árboles con *T. recurvata* exclusiva, la colonización se extendía de manera más uniforme a través de la copa, incluyendo ramas distales y áreas con corteza más lisa. Este patrón sugiere que donde el hongo se encuentra presente, ejerce una influencia restrictiva sobre la distribución de la epífita, limitando su expansión a zonas específicas de mayor rugosidad cortical. La correlación entre presencia del hongo y segregación espacial de *T. recurvata* constituye la primera línea de evidencia de antagonismo potencial. Aunque es importante notar que antagonismo verdadero requiere comprobación experimental mediante pruebas de exclusión competitiva, inhibición dual en cultivos pareados, y evaluación de mecanismos específicos, los patrones observacionales proporcionan evidencia circunstancial valiosa (Rodríguez *et. al*, 2009). Sin embargo, donde ambos organismos coexisten, el patrón de segregación espacial observado apunta hacia limitación mutua del espacio. El trabajo reciente de Kosawang *et al.* 2018; es particularmente relevante, demostrando que *Fraxinus* spp. albergan comunidades fúngicas con alto potencial antagonista contra patógenos fúngicos.

Conclusiones

Se presenta evidencia circunstancial de antagonismo entre *T. recurvata* y el hongo presente en la corteza de *F. pennsylvanica* basada en patrones espaciales de distribución observados. *T. recurvata* muestra distribución espacial restringida, particularmente a áreas de mayor rugosidad cortical, sugiriendo que el hongo ejerce efecto limitante sobre la colonización de la epífita.

Literatura citada

Arnold, E. A. (2007) Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers. Fungal Biology Reviews 21(2-3): 51-66.

Flores-Palacios & Valencia-Díaz. (2016) Does structural parasitism by epiphytes exist. A case study between Tillandsia recurvata and Parkinsonia praecox. Plant Biology 18(3): 463-470

Kosawang, Ch; Buchvaldt, D; Bussaban, B; McKinney, L.V; Xu, J; Kjaer, E; Collige, D.B. 2018. Fungal communities associated with species of Fraxinus tolerant to ash dieback, and their potential for biological control. Fungal Biology 122(2-3): 110-120.

Rodríguez, R.J; White, J.F; Arnold A. E; Redman, R.S. 2009. Fungal endophytes: Diversity and functional roles. New Phytologist 182(2): 314-330Phytologist 182(2): 314-330

Capítulo 12 Recursos Naturales y Biodiversidad

SUSTENTABILIDAD Y GOBERNANZA EN EL MANEJO FORESTAL COMUNITARIO EN UN EJIDO DE ZACATLÁN, PUEBLA

Miriam Guadalupe Huerta-Vázquez*; Conrado Márquez-Rosano

*Posgrado en Desarrollo Rural Regional. Universidad Autónoma Chapingo
*mirhuva@gmail.com

Introducción

El manejo forestal (MF) tiene como objetivos la producción sostenida de madera, así como asegurar la continuidad de otros bienes y servicios ecosistémicos. Para alcanzar estos objetivos, es necesaria una gestión social adecuada y la aplicación correcta de prácticas silvícolas.

En México, debido a la tenencia de la tierra, se aborda el caso del manejo forestal comunitario (MFC), el cual es una forma de organización clave para la gestión de recursos de uso común. En este sentido, la Sierra Norte de Puebla, concentra una de las zonas de mayor producción forestal del estado (Barrón, 2021; Ceballos 2020), lo que convierte a esta región en un escenario pertinente para analizar la relación entre aprovechamiento forestal y sustentabilidad.

Diversos estudios reconocen que las políticas y agendas de cada contexto histórico han configurado el escenario actual del manejo forestal, en el cual una de las principales preocupaciones es transitar hacia la sustentabilidad. En este marco, Zacatlán, en la Sierra Norte de Puebla, representa un referente de continuidad en el manejo forestal frente a otras zonas del país que se encuentran vulnerables a la tala ilegal, cambios de uso de suelo y contextos locales específicos de inseguridad.

El método de manejo bajo el cual se inscribe el ejido de estudio es a través del Método de Desarrollo Silvícola (MDS), un método de alta intensidad aplicado principalmente en bosques templados, caracterizado por la combinación de cortas de aclareo, regeneración por árboles padre y liberación, con el objetivo de conducir el rodal hacia una estructura predominantemente coetánea (Ceballos, 2020).

En este contexto, evaluar elementos de la sustentabilidad del manejo forestal comunitario implica no solo revisar sus principios normativos, sino su materialización en el tiempo y su articulación con las dinámicas internas organizativas. Los programas de manejo forestal representan la expresión formal de las decisiones silvícolas y organizativas del ejido, por lo que su comparación permite identificar ajustes, cambios, continuidad y tensiones en la aplicación de este instrumento.

El objetivo principal es evaluar la coherencia técnica y organizativa del manejo forestal comunitario en un ejido de Zacatlán, Puebla, a partir del análisis comparativo de dos programas de manejo autorizados bajo el Método de Desarrollo Silvícola.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en un ejido forestal ubicado en el municipio de Zacatlán, Puebla. La zona es templada-fría, con un relieve predominantemente accidentado y coberturas vegetales dominadas por bosques de pino y pino-encino. Pertenece a la Región Hidrológica RH27 (Cuenca del río Tecolutla) y los suelos predominantes son andosoles y luvisoles. Todo lo anterior influye en la productividad forestal y en la dinámica de regeneración. La investigación se inscribe en un método mixto de tipo convergente, el cual combinó análisis cuantitativo de variables dasométricas con análisis cualitativo del marco organizativo interno del ejido.

Para el componente cuantitativo se revisaron dos programas de manejo autorizados por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Se sistematizaron variables como superficie bajo manejo, superficie a intervenir, volumen, intensidad de corta, estructura diamétrica, distribución de tratamientos y zonificación del predio. Se realizo un análisis comparativo entre ambos ciclos de manejo.

Para el componente cualitativo se realizó una revisión documental y entrevistas semiestructuradas a ejidatarios, con énfasis en los procesos internos de toma de decisiones y en el marco organizativo interno del ejido, el cual se encuentra en un manejo colectivo pero en un contexto de parcelación "interna".

Resultados y discusión

El análisis comparativo de las autorizaciones emitidas por la SEMARNAT evidenció continuidad técnica del manejo forestal. La superficie del ejido bajo manejo se mantuvo prácticamente constante (174.8 ha en 2013 y 174.84 ha en 2025), mientras que la superficie a intervenir registró una variación menor al 1%, lo que indica estabilidad territorial en la delimitación del área aprovechada

El método de manejo permaneció bajo el MDS en ambos ciclos, con un turno de 50 años. Además, se identificó el paso de una masa irregular (2013) a una regular (2025), lo que sugiere una gestión coherente con las bases del método de manejo y con las condiciones físicas del medio. En términos de volumen autorizado, se registra un incremento de 12,405.1 m³ en 2013 a 17,260.62 m³ en 2025, lo cual es consistente con el cumplimiento de las prácticas y la dinámica de crecimiento del rodal entre ciclos. Desde una perspectiva territorial, la permanencia de la cobertura forestal y la continuidad del esquema de manejo son consistentes con lo documentado en la región Chignahuapan- Zacatlán, donde el MFC ha sido asociado con el mantenimiento de áreas boscosas bajo aprovechamiento regulado (Vásquez-Maldonado et al., 2023).

No obstante, el análisis organizativo muestra matices a esta estabilidad técnica. El proceso de "marqueo", constituye una fase crítica del manejo, al concentrar decisiones técnicas y negociaciones internas entre ejidatarios. Las entrevistas revelan tensiones derivadas de la interacción entre criterios silvícolas y expectativas económicas individuales, lo que exhibe la dimensión política y organizativa del manejo. En conjunto, los resultados sugieren que la continuidad del manejo forestal no depende exclusivamente de bases técnicas, sino de la capacidad organizativa del ejido para sostener, ajustar y negociar su aplicación en el tiempo.

Conclusiones

El estudio permitió evaluar la coherencia técnica y organizativa del MFC entre dos ciclos autorizados. Los resultados muestran consistencia silvícola en el tiempo, acompañada de procesos de negociación que sostienen su implementación.

En consecuencia, la sustentabilidad del caso analizado se explica por la articulación entre ambas dimensiones. Además, la apropiación territorial y los arreglos organizativos del ejido emergen como componentes estructurales en la permanencia de este instrumento de gestión silvícola.

Literatura citada

Barrón, J. A. S. (2021). Biodiversidad y manejo forestal en la Sierra Norte de Puebla. *Elementos,* (123), 45-49.

Ceballos, S. G. P. (2020). Impacto territorial del manejo forestal comunitario en la Sierra Norte de Puebla, 2003-2017. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 17(86). https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr17.itmf

Vásquez-Maldonado, B., Márquez-Rosano, C., Legorreta-Díaz, M. del C., Navarro-Martínez, M. A., & Parra-Vázquez, M. R. (2023). El territorio construido a partir del manejo forestal comunitario en la Sierra Norte de Puebla, México. *Campo-Territorio: Revista de Geografía Agraria, 18*(52), 145–172. https://doi.org/10.14393/RCT185271590

MODELO PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA EN UN ECOSISTEMA FORESTAL PROTEGIDO

Dafne F. Juárez-Zavala; Elizabeth Hernández-Acosta*

Programa de Posgrado en Ciencias Forestales y del Ambiente.
Universidad Autónoma Chapingo

*ehernandeza@chapingo.mx

Introducción

Debido a las crecientes presiones que comprometen la salud y funcionalidad de los ecosistemas forestales de México, es indispensable implementar marcos de evaluación integrales que favorezcan su gestión sostenible. El modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) permite identificar las interacciones socioambientales mediante una lógica de causalidad y se organiza en tres componentes: Presión, asociada a factores humanos y naturales que afectan la resiliencia de los ecosistemas; Estado, que describe las condiciones actuales de los bosques; y Respuesta, referente a acciones y políticas de manejo sostenible (Solís-Mendoza et al., 2025).

El objetivo del presente trabajo fue aplicar el modelo PER para identificar presiones ambientales, evaluar el estado del ecosistema y analizar las respuestas de manejo implementadas en el Parque Nacional Molino de Flores Nezahualcóyotl (PNMFN) que se localiza en una zona periurbana sujeta a presión demográfica y recreativa.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el PNMFN, Texcoco, Estado de México. La evaluación de los impactos ambientales se realizó mediante el modelo PER de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), adaptado a ecosistemas forestales en México, bajo un enfoque cuantitativo-cualitativo (SEMARNAT, 2014). Se aplicaron entrevistas al director del parque y a personal de la brigada ecologista para identificar factores de presión, condiciones del ecosistema y acciones de manejo. Para conocer la percepción de los visitantes sobre el estado del sitio, se aplicaron 120 encuestas a visitantes mediante muestreo aleatorio simple, considerando una población anual estimada de 120,000 visitantes. Este tamaño muestral garantiza un nivel de confianza del 95% con un margen de error aproximado de ±9%. Además, se realizaron recorridos en el parque para registrar evidencias de presión antrópica, como residuos sólidos, incendios y compactación del suelo.

Resultados y discusión

La aplicación del modelo PER en el PNMFN permitió identificar como principales presiones el turismo intensivo, la expansión urbana, los incendios forestales y la presencia de especies invasoras, factores asociados con compactación del suelo y pérdida de biodiversidad. Aunque se registraron 540 especies de flora y fauna, el ecosistema presenta señales de degradación edáfica y una marcada dominancia de especies introducidas, lo que reduce su funcionalidad y resiliencia (Juárez-Zavala et al., 2025). Como respuesta, se implementan acciones de reforestación con especies nativas inoculadas con hongos ectomicorrízicos, manejo del fuego y monitoreo ambiental. Estas estrategias se alinean con enfoques actuales de restauración ecológica en México; sin embargo, su alcance se ve limitado por restricciones presupuestales y operativas (Rodríguez-Gómez-Tagle et al., 2024). Lo anterior se representa gráficamente en la Figura 1.

Figura 1. Modelo Presión-Estado-Respuesta aplicado en el PNMFN con un enfoque a su ecosistema forestal. Fuente: Elaboración propia, basado en el esquema modificado por SEMARNAT, 2014.

Conclusiones

El modelo PER permitió estructurar de manera integral la relación entre presiones antrópicas, estado ecológico y respuestas institucionales en el PNMFN, evidenciando impactos asociados al turismo, urbanización y especies invasoras, así como la implementación de estrategias de manejo orientadas a la restauración forestal. El modelo PER demostró ser una herramienta útil para integrar dimensiones ecológicas y sociales en ANP periurbanas.

Literatura citada

Juárez-Zavala, D. F., Hernández Acosta, E., Pérez Moreno, J., & Cíntora González, C. L. (2025). Evaluación del impacto ambiental en un ecosistema forestal y su restauración mediante la aplicación de hongos ectomicorrízicos (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Chapingo. FAO AGRIS. https://agris.fao.org/search/en/providers/125025/records/6970b9a5bd789e57df2cf44a

Rodríguez-Gómez-Tagle, G., Vargas-Hernández, J. J., López-Upton, J., & Pérez-Moreno, J. (2024). Diversidad de morfotipos de hongos ectomicorrizógenos y adaptación al hospedero en poblaciones contrastantes de *Pinus greggii* var. Australis (Pinaceae). *Acta Botánica Mexicana*, 131. https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2151

SEMARNAT. (2014). *Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/07_forestales/07_forestales_esquema.html

Solís-Mendoza, L. E., Galicia, L., Ávila-Foucat, S. V., & Mwampamba, T. H. (2025). Conceptual model of social-ecological resilience in Mexican forests communities. *Frontiers in Forests and Global Change*, 8. https://doi.org/10.3389/ffgc.2025.1490278

TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN FORESTAL EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA EL REALITO, SAN LUIS POTOSÍ

Mario Castelán-Lorenzo[1], Aurelio Bastida-Tapia[2]

[1]Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica. [2]Área de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo

mcastelanl@chapingo.mx

Introducción

La restauración ecológica como una disciplina emergente se define como la ciencia y tecnología para la recuperación natural o artificial de los ecosistemas, procurando recobrar cualquiera de sus atributos, desde un servicio ambiental, hasta la recomposición de ecosistemas primarios deteriorados por causas naturales o humanas (Calva y Pavón, 2018). Mientras que la rehabilitación forestal atiende un componente de la restauración ecológica; es decir, el componente vegetal. La restauración o rehabilitación del ecosistema, contempla la recuperación total del ecosistema (Méndez y Gómez, 2022). En el lugar donde se realizó el presente trabajo, el ecosistema original corresponde al matorral xerófilo, mismo que fue degradado por completo y para lograr su rehabilitación, fue necesario identificar el ecosistema presente en el entorno, así como el impacto generado en el espacio de construcción y con ello comenzar con su rehabilitación. Así, el objetivo de este trabajo es describir las técnicas usadas en la rehabilitación del ecosistema afectado por la construcción de la presa El Realito, San Luis Potosí con el fin de identificar las más adecuadas.

Materiales y métodos

Se emplearon seis estrategias de restauración del área afectada: uso de micrositios, islas de recursos, bancos de semillas, distribución de estacas de especies con potencial para propagarse vegetativamente, técnicas manuales de preparación del terreno para plantación y reforestación, se construyeron barreras muertas y vivas como muros de contención de suelo a lo largo de la pendiente del terreno usando piedras y troncos acomodados. Cada estrategia se ubicó en los espacios degradados de acuerdo con la disponibilidad de material vegetativo e inerte presentes en el lugar intervenido, especies propagadas en vivero y a las condiciones del terreno para cubrir las 46 ha afectadas programadas. Las especies arbóreas clave del ecosistema empleadas fueron *Bursera morelensis, Prosopis laevigata, Pithecellobium dulce, P. brevifolium, Acacia pennatul* y *A. constricta*; se emplearon las cactáceas nativas *Stenocereus dumortieri, S. pruinosus* y *Opuntia* spp así como las especies herbáceas *Ruellia lactea, Ayenia rotundifolia, Cnidoscolus multilobus, Randia hidalguense y Agave filifera* así como gramíneas nativas recolectadas directamente por el personal del Centro de Estudios e Investigaciones Transdisciplinarias (CEIT).

Resultados y discusión

Se lograron rehabilitar parcialmente las 46 ha del área afectada del vaso de la presa. Las técnicas que más resultaron efectivas fueron la propagación vegetativa a través de las estacas de *B. morelensis*, *S. dumortieri* y *Opuntia spp.* (30%) establecidas en las técnicas manuales de preparación del terreno, junto con el uso de micrositios (30%), puesto que la condición micro climática generada por el espacio pequeño permitió la supervivencia de los ejemplares plantados (Simoes y Reninson, 2015). En menor escala se observó la rehabilitación por bancos de semillas (20%) y las islas de recursos (20%) debido quizá al poco suelo existente, sin embargo, las especies usadas en los bancos de semillas, denominadas colonizadoras o invasoras emergieron durante el mes de julio y al ser de ciclo corto ayudaron en la proporción de hojarasca para la futura formación de materia orgánica (Méndez y Gómez, 2022). La Figura 1 muestra la condición general del impacto (a) y la condición visual a tres años de realizar los trabajos (b).

Figura 1. Alto impacto causado en el área de construcción de la presa El realito, San Luis Potosí (a) y espacio rehabilitado 3 años después (b).

Conclusiones

Los trabajos realizados se ajustaron al modelo de restauración propuesto, sin embargo, el impacto en el suelo y la vegetación en un proyecto de infraestructura es muy alto, por lo tanto, los resultados serán visibles a mediano y largo plazo. En el corto tiempo considerado las técnicas de establecimiento de estacas de material vegetal y micrositios resultaron ser las más efectivas a diferencia de las técnicas de islas de recursos y bancos de semillas establecidas artificialmente puesto que su efectividad depende de la existencia de suelo, lo que demanda realizar los trabajos en varias etapas. Como parte de la restauración ecológica, se atendió el componente forestal, es decir, solo se intentó recuperar la cubierta vegetal.

Literatura citada

Calva, S., K. & Pavón, N. P. (2018). La restauración ecológica en México: una disciplina emergente en un país deteriorado. *Madera y bosques*, *24*(1), 1-11. https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411135

Méndez, T. M. & Gómez, R. P. A. (2022). Editorial Sección especial sobre restauración ecológica de ecosistemas. *Acta Botánica Mexicana*, (129). https://doi.org/10.21829/abm129.2022.2157

Simoes M., N., & Renison, D. (2015). ¿Cuántos años monitorear el éxito de plantaciones con fines de restauración?: Análisis en relación al micrositio y procedencia de las semillas. *Bosque (Valdivia)*, *36*(2), 315-322. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002015000200016

VEGETACIÓN ESTABLECIDA POR SUCESIÓN ECOLÓGICA EN UN JAL DE MINA

Hernández-Acosta Elizabeth[1]; García-Gallegos Elizabeth [2]; Juárez-Zavala Dafne F[1]
[1]Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Suelos. Universidad Autónoma Chapingo
[2]Maestría en Ciencias en Sistemas del Ambiente, CIGyA-UATx. Ixtacuixtla, Tlaxcala.
ehernandeza@chapingo.mx

Introducción

Los jales de mina constituyen uno de los pasivos ambientales más persistentes asociados a la actividad minera, debido a su baja fertilidad, escaso contenido de materia orgánica, estructura inestable y presencia de elementos potencialmente tóxicos. Estas condiciones limitan el establecimiento vegetal y favorecen la dispersión de partículas finas por acción del viento y del agua, lo que representa un riesgo ambiental y para la salud humana. Con el tiempo, los jales de mina pueden colonizarse de manera natural por especies vegetales capaces de tolerar condiciones extremas, dando lugar a procesos de sucesión ecológica. Estas plantas desempeñan un papel clave en la estabilización de los jales, al contribuir a la formación de cobertura vegetal, desarrollo de sistemas radicales y retención de partículas, reduciendo la erosión y la dispersión de contaminantes (Hernández *et al*., 2025). El objetivo del presente trabajo fue presentar e integrar las especies establecidas en el jal de mina, con base en los registros obtenidos hasta el año 2024, para reconocer aquellas con potencial para la revegetación.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el jal de mina Dos Carlos, Pachuca, Hidalgo, México. En el año 2008, de acuerdo con la superficie del jal y la presencia de especies vegetales, se delimitaron nueve puntos de muestreo. En el año 2024 se seleccionaron tres puntos representativos dentro del jal, correspondientes a las áreas donde se observó mayor desarrollo de la cobertura vegetal, con el fin de registrar las especies establecidas por sucesión ecológica. En ambos periodos se consideraron las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas que han colonizado el sitio. En cada punto de muestreo se establecieron unidades de muestreo de 4 × 4 m (16 m²) para arbustos y de 1 × 1 m (1 m²) para herbáceas, separadas entre sí por una distancia aproximada de 30 m. Se recolectaron tres ejemplares representativos de cada especie, incluyendo estructuras diagnósticas (hojas, flores o frutos), para su determinación botánica (Hernández et al., 2009). Los ejemplares fueron etiquetados y trasladados al Laboratorio de Biología de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo para su identificación. Las especies arbóreas presentes se registraron dentro del área de muestreo; debido a su baja densidad en el jal de mina, no se establecieron cuadrículas específicas para su evaluación. Se realizó un análisis descriptivo de la riqueza de especies y su distribución por familias botánicas.

Resultados y discusión

Se identificaron 32 especies pertenecientes a 12 familias botánicas, distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo (Cuadro 1). La composición florística registrada en el jal de mina evidencia un proceso de sucesión ecológica desarrollado bajo condiciones extremas, dominado por especies con alta tolerancia al estrés y capacidad de establecimiento en sustratos inestables (Hernández *et al*., 2025). Desde el punto de vista funcional, el establecimiento inicial de la vegetación se asocia con especies que aportan cobertura superficial y sistemas radicales eficientes, lo que favorece la estabilización del sustrato. La presencia de distintos estratos vegetales evidencia un aumento en la complejidad estructural del sistema, dando lugar a la formación de islas de vegetación que generan microambientes y contribuyen a la protección superficial del jal. Diversos estudios documentan que la diversidad y riqueza de especies aumentan con el tiempo y con los esfuerzos de revegetación (Oujdi *et al*., 2024).

Cuadro 1. Familias botánicas y especies registradas en el jal de mina de Pachuca, Hidalgo.

Familia	Especies registradas en el jal	Familia	Especies registradas en el jal
Asteraceae	*Bahia pringlei* *Haplopappus venetus* *Montanoa tomentosa* *Brickellia veronicifolia* *Eupatorium vernicosum* *Parthenium bipinnatifidum* *Artemisia klotzschiana* *Zaluzania triloba* *Baccharis sp.* *Flourensia cernua* *Isocoma sp.*	Poaceae	*Stipa constricta* *Stipa tenuissima* *Lycurus phleoides* *Muhlenbergia repens* *Cynodon dactylon* *Bouteloua curtipendula* *Leptochloa dubia*
Brassicaceae	*Eruca sativa*	Myrtaceae	*Eucalyptus camaldulensis*
Cactaceae	*Opuntia engelmannii* *Opuntia sp.*	Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*
Fabaceae	*Dalea obovatifolia* *Medicago polymorpha*	Anacardiaceae	*Schinus molle*
Amaranthaceae	*Atriplex suberecta* *Atriplex sp.*	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*
Solanaceae	*Solanum corymbosum* *Solanum elaeagnifolium*	Apiaceae	*Foeniculum vulgare*

Conclusiones

La integración de los registros florísticos permitió identificar especies establecidas en el jal de mina y reconocer aquellas con potencial para la revegetación. La presencia de especies capaces de generar cobertura vegetal y estructuras funcionales adecuadas sugiere que contribuyen a la estabilización superficial del sustrato y a reducir la dispersión de partículas.

Literatura citada

Hernández-Acosta, E., Baeza-Guzmán, Y., & Trejo-Aguilar, D. (2025). Hongos micorrízicos arbusculares y actividad microbiana en relaves mineros: potencial para promover el crecimiento de plantas en condiciones de estrés. *Terra Latinoamericana*, 43, e2113. https://doi.org/10.28940/terra.v43i.2113

Hernández-Acosta, E., Mondragón-Romero, E., Cristobal-Acevedo, D., Rubiños-Panta, J. E., & Robledo-Santoyo, E. (2009). Vegetación, residuos de mina y elementos potencialmente tóxicos de un jal de Pachuca, Hidalgo, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(2), 109–114. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182009000200004&lng =es&tlng=es.

Oujdi, M., Chafik, Y., Boukroute, A., Bourgerie, S., Sena-Velez, M., Morabito, D., & Addi, M. (2024). Exploring phytoremediation potential: a comprehensive study of flora inventory and soil heavy metal contents in the northeastern mining districts of Morocco. *Plants*, 13(13), 1811. https://doi.org/10.3390/ plants13131811

ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y POSIBLES SOLUCIONES EN LA PRODUCCIÓN DE AGAVE-MEZCAL EN SANTA MARÍA QUIEGOLANI, OAXACA

Berenice Hernández-Martínez[1]*; Angel Saul Cruz-Ramírez[2]; Gabino Alberto Martínez-Gutiérrez[3]; Isidro Morales-García[3]; Joaquín Adolfo Poblete-Avendaño[3]

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Centro Académico Regional Sede Oaxaca; [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales; [3]Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Oaxaca.

*al22114566@chapingo.mx

Introducción

En México existe una sobreproducción de agave espadín y de mezcal elaborado a partir de esta especie (Cruz-Ramírez et al., 2025). Oaxaca produjo el 91.51% del mezcal certificado (COMERCAM, 2025). Los campesinos involucrados en esta cadena de valor se caracterizan por ser de producción en pequeña escala y existe una importante participación indígena importante (Camacho-Vera et al., 2021). El municipio de Santa María Quiegolani se encuentra dentro de la región protegida por la denominación de origen mezcal (DOM), con productores de origen zapoteco y producción tradicional de agave y mezcal. El contexto de sobreproducción ha generado desafíos para la comercialización del mezcal artesanal en este municipio. Por lo tanto, el objetivo fue identificar la problemática y proponer posibles soluciones para la comercialización del mezcal producido en Santa María Quiegolani.

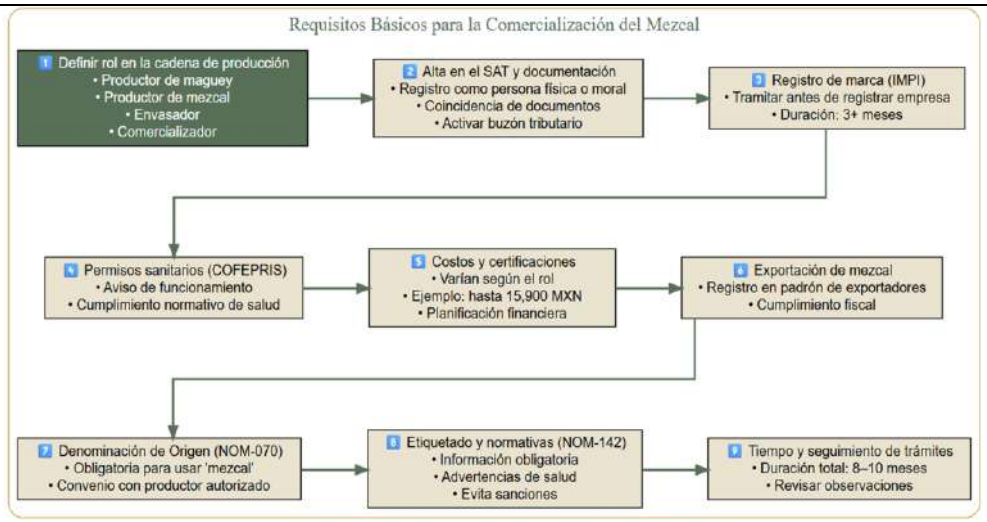
Materiales y métodos

Se realizó revisión documental de normatividad oficial relacionada con los procesos de certificación y comercialización de mezcal. Se realizaron 15 entrevistas semiestructuradas con productores clave de agave y mezcal en 2025. Se realizaron recorridos en las plantaciones del municipio para obtener la información de las entrevistas. La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico de bola de nieve (Hernández-Sampieri, 2014). La información obtenida se procesó mediante la metodología de análisis de contenido (Erlingsson y Brysiewicz, 2017) para identificar la principal problemática y posibles soluciones.

Resultados y discusión

Los resultados revelaron que solo tres de las 15 plantaciones contaban con certificación ante organismos certificadores: Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal y Asociación de Maguey y Mezcal Artesanal. Prevalece la producción en monocultivo (Figura 1A) en 14 de las 15 parcelas. En 14 parcelas no realizan prácticas agrícolas sostenibles como conservación de suelo, no deforestación, reproducción de agave por semilla y diversificación de cultivos. Debido al pequeño volumen de producción (menor a 5,000 litros anuales) no existe acceso a procesos de certificación, registro de marcas y constitución formal jurídica y ante el Servicio de Administración Tributaria. Ante esta problemática, resulta necesario impulsar alternativas de organización entre los productores que permitan reducir los costos asociados a la certificación del agave y mezcal, así como fortalecer sus capacidades productivas mediante procesos de capacitación y adopción de prácticas sostenibles en el cultivo. Los resultados de la revisión documental y los pasos sugeridos para los productores se presentan en la Figura 1B).

A)



B)

Figura 1. A) Sistema de monocultivo sin prácticas sostenibles prevaleciente en Santa María Quiegolani. B) Requisitos básicos para la comercialización del mezcal.

Conclusiones

La problemática de la producción del agave mezcalero en Santa María Quiegolani fueron: precios bajos en la materia prima y mezcal; falta de acceso al mercado por carencia de certificaciones y formalización, altos costos de producción, falta de posicionamiento de marcas y bajo nivel de adopción de prácticas sostenibles. Se identifican dos posibles soluciones a la problemática: 1) un esquema de transferencia de tecnología para fomentar practicas sostenibles en el cultivo del agave y producción de mezcal y 2) fomentar la organización de productores para facilitar la creación de una marca colectiva que facilite el proceso de comercialización en el mercado nacional y de exportación.

Literatura citada

Camacho-Vera, J. H., Vargas-Canales, J. M., & Durán-Ferman, P. (2021). Avatares de la producción de mezcal en la región miahuateca de la Sierra Sur de Oaxaca. ResearchGate. https://doi.org/10.29043/liminar.v19i1.794

Cruz-Ramírez, A. S., Martínez-Gutiérrez, G. A., Morales-García, I., López-García, M. del R., & Castillo-Martínez, C. R. (2025). Comparison of models for estimating the planted area of *Agave* spp. for mezcal production in Mexico. *Agro Productividad*, 18(7). https://doi.org/10.32854/6Q7DTW68

Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM). (2025). Informe estadístico.

Erlingsson, C. y Brysiewicz, P. (2017). A hands-on guide to doing content analysis. *African Journal of Emergency Medicine* (Vol. 7, Número 3). https://doi.org/10.1016/j.afjem.2017.08.001

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6a ed.). McGraw-Hill Education

PRESIÓN TERRITORIAL POR RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN SAN JUAN DEL RÍO

Arisai Noguez-Camarillo*, María Isabel Palacios-Rangel
Programa de Posgrado en Ciencias en Ciencias Forestales y del Ambiente.
Universidad Autónoma Chapingo
al24610367@chapingo.mx

Introducción

El crecimiento urbano y el aumento de la generación de residuos sólidos urbanos (RSU), supone un reto cada vez mayor para los municipios mexicanos, al generar presión sobre el territorio y los recursos naturales (Oliveira Silva y Morais, 2021). En el municipio de San Juan del Río, estado de Querétaro, se presenta una dinámica demográfica creciente asociada a expansión urbana y concentración poblacional. Aunado a la inadecuada planeación territorial y la limitada valorización de residuos incrementan riesgos ambientales (Najar Marín, 2024), como la contaminación del suelo, emisiones de gases de efecto invernadero y degradación de ecosistemas periurbanos (Ferronato et al., 2019). Al respecto, Bhambore (2025) menciona que la generación de RSU está asociada al crecimiento poblacional y consumo urbano. En este contexto, el análisis espacial permite identificar zonas de mayor presión ambiental y aportar elementos para el ordenamiento territorial. El objetivo del presente estudio fue analizar la generación, incremento y presión territorial de RSU en San Juan del Río para el periodo 2010-2020 y 2020-2030, con el fin de identificar zonas críticas asociadas al crecimiento urbano.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el municipio de San Juan del Río en el Estado de Querétaro, que es el segundo a nivel estado con mayor población. Además, el municipio destaca por su importancia economía, alta conectividad y transito obligatorio hacia la zona del Bajío. Para el análisis, se recopiló información demográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía del 2010 y 2020 (el año 2020 fue atípico, se excluyó para las proyecciones). Además de obtener datos de generación per cápita del Programa estatal para la prevención y gestión integral de residuos de Querétaro (2018). El incremento de RSU se estimó con la siguiente expresión:

$$\Delta RSU_t = [((Pf,t \times gf,t) - (Pi,t \times gi,t)) \times d] / 1000$$

donde ΔRSU= Incremento de RSU en el periodo t (ton·año⁻¹); $P_{f,t}$, $P_{i,t}$= Población final e inicial del periodo; $g_{f,t}$, $g_{i,t}$= Generación per cápita correspondiente a cada año (kg·hab⁻¹·día⁻¹); y d= Número de días del año.

Mientras la presión territorial se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Presión RSU} = (P_t \times g \times 365) / (1000 \times A_{(urb)})$$

donde P_t= Población total en el año t (hab); g= Generación per cápita (kg·hab⁻¹·día⁻¹); 365 = Número de días del año (días·año⁻¹); A_{urb}= Superficie urbana de la localidad (km²); y 1000 = Factor de conversión de kilogramos a toneladas.

El análisis cartográfico se realizó con sistemas de Información geográfica utilizando QGIS y el software estadístico R. Los resultados fueron clasificados en cinco niveles de presión mediante clasificación cuantitativa.

Resultados y discusión

Entre 2010 a 2020 se observó concentración del crecimiento poblacional en la zona urbana central del municipio de San Juan del Río, acompañada de procesos de expansión en localidades periurbanas. Lo anterior se traduce en un aumento progresivo en la generación de RSU, que para el año 2030 proyecta un incremento significativo, con una tasa anual de 1.4%. Estos incrementos se dan particularmente en la cabecera municipal, donde se localizan las principales actividades

económicas y densidades poblacionales. Aunado a ello los mapas de presión territorial evidencian transición de niveles medios a altos y críticos en el núcleo urbano. Dicha tendencia refuerza, que la mayor producción y presión se da en la cabecera municipal. Para el escenario a 2030, la presión supera los 3,000 $t \cdot año^{-1} \cdot km^{-2}$ en zonas centrales, lo que representan una presión espacial. Desde una perspectiva ambiental, el escenario proyectado, implica riesgos relevantes, por la continua y creciente concentración de residuos. Que pueden saturar la infraestructura de recolección y disposición final de los RSU. Y esto a su vez incrementa el riesgo de contaminación por la producción de lixiviados, emisiones de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), además de impactos indirectos sobre el suelo. Estos resultados coinciden con lo señalado por Najar Marín (2024), quien menciona que en países como México la gestión ambiental presenta deficiencias estructurales asociadas a la falta de planificación. De igual forma Kumar, Choudhary y Mathur (2025) a su vez encontraron que, en contextos de urbanización acelerada, es esencial integrar diagnósticos espacialmente explícitos en los marcos de planificación de RSU.

Conclusiones

El análisis desarrollado en el presente trabajo permitió identificar un incremente progresivo de la carga sobre el sistema ambiental producto del crecimiento urbano y los RSU producidos. Así mismos se observó que la presión sobre el territorio se concentra principalmente en la cabecera municipal y zona periurbana, patrón que se mantiene hacia 2030. La identificación de dichas zonas permite la comprensión de la relación entre dinámica urbana y presión ambiental. Además de ser útil para planificación en materia de RSU.

Literatura citada

Bhambore, N. (2025). *Municipal solid waste management: Challenges, opportunity and best practices in developing countries.* En A. Mandpe, S. Paliya & M. P. Shah (Eds.), *A Vision for Environmental Sustainability: Overcoming Waste Management Challenges in Developing Countries* (pp. 1–24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89230-1_1

Ferronato, N., Rada, E. C., Gorritty Portillo, M. A., Cioca, L. I., Ragazzi, M., & Torretta, V. (2019). Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization. *Journal of Environmental Management*, 230, 366–378. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.095

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/

Kumar, P., Choudhary, M. P., & Mathur, A. K. (2025). Análisis de la relación entre la generación de residuos sólidos urbanos y el uso del suelo urbano mediante técnicas estadísticas espaciales y geoespaciales integradas. *Integrated Environmental Assessment and Management*, vjaf128. https://doi.org/10.1093/inteam/vjaf128

Najar Marín, E. (2024). Manejo de residuos sólidos en zonas urbanas en América Latina. *Visión de Futuro*, 28(2), 78–97. https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2024.28.02.003.es

Oliveira Silva, W. D., & Morais, D. C. (2021). Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128703. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128703

Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro. (2018). *Programa estatal para la prevención y gestión integral de residuos de Querétaro*. Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro.

IMPACTO DE ORGANOCLORADOS EN AVES: UN ENFOQUE BIBLIOMÉTRICO

Daniela Salvador-Mendoza[1]*; Eliseo Hernández-Hernández[2]; Saúl Ugalde-Lezama[3]

[1]División de Ciencias Forestales; [2]Departamento de Fitotecnia; [3]Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo

*danielasalvadormendoza@yahoo.com

Introducción

El análisis bibliométrico constituye una metodología cuantitativa y estadística fundamental para evaluar la evolución y el impacto de la producción científica en cualquier área temática (Gallegos et al., 2020). En las últimas décadas, el estudio de los plaguicidas organoclorados (POC) ha emergido como un área prioritaria en las ciencias ambientales debido a su persistencia, alta toxicidad y marcada lipofilicidad, propiedades que facilitan su bioacumulación en organismos y su transporte transfronterizo (Olisah et al., 2019). Las aves, al ocupar niveles superiores en las redes tróficas, actúan como centinelas críticos de esta contaminación. No obstante, dada la vasta y dispersa literatura existente, resulta imperativo sistematizar el conocimiento para identificar nichos de investigación y vacíos de información. Por lo anterior, el objetivo fue identificar los temas centrales y las tendencias emergentes de investigación sobre organoclorados en aves mediante un análisis bibliométrico de la literatura global.

Materiales y métodos

La búsqueda de documentos se realizó el 31 de octubre de 2025 en la base de datos Scopus, cubriendo el periodo de 1947 a 2025. La ecuación empleada para la búsqueda fue:

TITLE-ABS-KEY (("organochlorine*" OR "chlorinated hydrocarbon*" OR "chlorinated solvents" OR "lindane" OR "aldrin" OR "Heptachlor" OR "endosulfan" OR "DDT" OR "DDE" OR "DDD" OR "dieldrin" OR "HCH") AND (bird* OR "wild bird*" OR "bird community" OR “endemic bird”) AND ("anatomy" OR " morphology" OR "structure" OR "physiology" OR "physiognomy" OR "phenotypic variation" OR "genotypic variation" OR "ethological" OR "disturbances" OR "mutagenesis" OR "health effects" OR "breeding" OR "hormone disruption" OR "hatching" OR "digestive system" OR "consequence" OR "effect" OR "factor" OR "biomagnification" OR "additive effect" OR "environment" OR "populations" OR "organism" OR "health status" OR "assessment" OR "Behavior" OR “Threatened species” OR “conservation status” OR “perturbance” OR “ethology”)). Se analizó la producción historia con el paquete Bibliometrix de RStudio y se identificaron los grupos temáticos del estado actual de la investigación mediante la técnica de co-ocurrencia de palabras clave en VOSviewer (van Eck & Waltman, 2010).

Resultados y discusión

Se obtuvieron un total de 1,794 documentos, cuya cronología revela una evolución marcada por hitos ambientales globales. La producción científica se divide en cuatro etapas de producción: surgimiento de la conciencia ecotoxicológica (1947-1961), el efecto “primavera silenciosa” y la crisis de aves depredadoras (1962-1985), la persistencia histórica y emergencia de biomarcadores (1986-2011) y la interacción global de tóxicos y contaminantes emergentes (2012-2025). En cuanto al estado actual de la ciencia, se identificaron cuatro grupos temáticos (Figura 1): ecología global y transporte de contaminantes a larga distancia (rojo), toxicología experimental y mecanismos fisiológicos (verde), ecotoxicología de campo y dinámica de poblaciones (azul), y riesgo ambiental, sedimentos y co-contaminantes (amarillo). De éstos, el mayormente abordado es el de ecotoxicología de campo y dinámica de poblaciones, centrándose en la bioacumulación de organoclorados y sus efectos sobre el adelgazamiento del cascarón (Oestreicher et al., 1971).

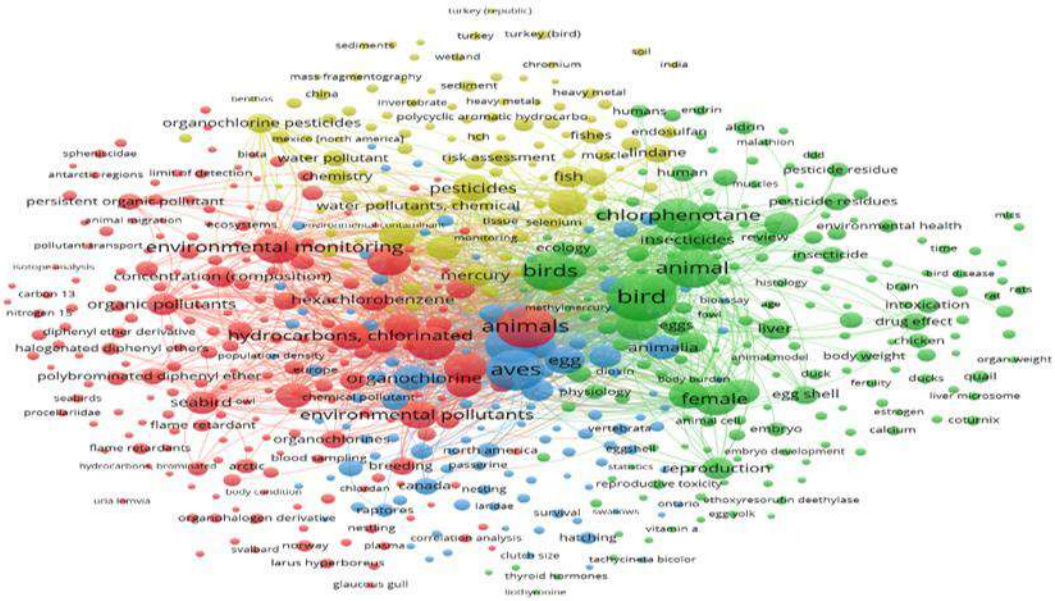


Figura 1. Mapa de la red de co-ocurrencia sobre el impacto de organoclorados en aves para el período 1947-2025.

Conclusiones

La producción científica ha evolucionado de un enfoque clásico centrado en la mortalidad de las aves hacia una perspectiva sistémica que prioriza transporte global y la interacción con contaminantes emergentes. Se identificaron los cuatro grupos temáticos de investigación consolidados.

Literatura citada

Gallegos M., Pérez-Acosta A. M., Klappenbach H., López W. & Bregman C. (2020). Los estudios bibliométricos en el campo de la psicología iberoamericana: Una revisión metabibliométrica. *The bibliometric studies in the field of Ibero-American Psychology : 37*(2), 95–115. https://doi.org/10.16888/interd.2020.37.2.6

Olisah C., Okoh O. O. & Okoh, A. I. (2019). Global evolution of organochlorine pesticides research in biological and environmental matrices from 1992 to 2018: A bibliometric approach. *Emerging Contaminants*, *5*, 157–167. https://doi.org/10.1016/j.emcon.2019.05.001

Van Eck N. J. & Waltman L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, *84*(2), 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

Oestreicher, M. I., Shuman, D.H., & Wurster, C. F. (1971). DDE reduces medullary bone formation in birds. *Nature*, *229*(5286), 571-571. https://doi.org/10.1038/229571a0

META-ANÁLISIS SOBRE EL ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ

Juan Angel Tinoco-Rueda[1*]; Eduardo Valdés-Velarde[2]; Agustín Merino[3]; Esteban Escamilla-Prado[1]

[1]Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [3]Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, España.

* jtinocor@chapingo.mx

Introducción

Los cafetales bajo sombra son sistemas agroforestales que están integrados por diversos estratos de vegetación en donde interactúan especies del género *Coffea* junto con árboles multipropósito. De los cinco sistemas de producción de café, las categorías de policultivo tradicional y de policultivo comercial son los sistemas que dominan en México, dentro de los cuales se encuentra una gama de productos que los cafeticultores utilizan para autoconsumo o para venta (Valdés-Velarde et al., 2022). La configuración de estos sistemas agroforestales en estructura y composición permiten la provisión de servicios ambientales tales como: captura de carbono, recarga de agua al subsuelo, producción de alimentos y mantenimiento de la biodiversidad. El objetivo de la presente investigación fue realizar un meta-análisis sobre el almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café mediante la búsqueda y sistematización de publicaciones indizadas, para identificar el potencial de los sistemas diversificados de café para la mitigación del cambio climático.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio bibliográfico de publicaciones revisadas por pares utilizando bases de datos Web of Science y Scopus para el periodo 2000–2022. Se limitaron los parámetros de búsqueda a artículos cuyo título, resumen o palabras clave incluían "flujos de carbono", "reservorios de carbono", "almacenamiento de carbono", "carbono orgánico del suelo" o "captura de carbono" en combinación con "café" y "agroforestería" o "sombra". Esta revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la lista de verificación de informes de los Ítems Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis, conocida como PRISMA. La búsqueda arrojó 124 publicaciones en Web of Science y 122 en Scopus. Se eliminaron duplicados y se revisaron cada uno para limpiar la base de datos. Con lo anterior se seleccionaron 84 publicaciones para utilizar en los procesos de meta-análisis. Por publicación se extrajeron los datos sobre el contenido de carbono en cada reservorio evaluado (perennes de sombra, cafetos, herbáceas, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo) y se calculó parámetros estadísticos descriptivos (media, mínimo, máximo, desviación estándar) usando Excel.

Resultados y discusión

Se registró un promedio de carbono total, considerando biomasa y suelo de 178.9 ± 36.6 Mg C ha^{-1}, el carbono orgánico del suelo es el componente con mayor contenido de carbono (105.4 ±48.0 Mg C ha^{-1}) seguido del carbono en perennes de sombra con 45.2 ±35.3 Mg C ha^{-1} (Figura 1). Se encontraron 156 especies perennes de uso múltiple en el estrato de sombra en donde los *géneros Albizia, Cordia, Erythrina, Ficus, Inga, Musa, Persea* y *Terminalia* son los más representativos. El suelo es el reservorio con mayor cantidad de carbono (Cristóbal-Acevedo et al., 2019; Negash y Kanninen, 2015; Valdés-Velarde et al., 2022), siendo los andisoles, nitosoles y leptosoles los suelos reportados con mayor contenido de carbono orgánico del suelo.

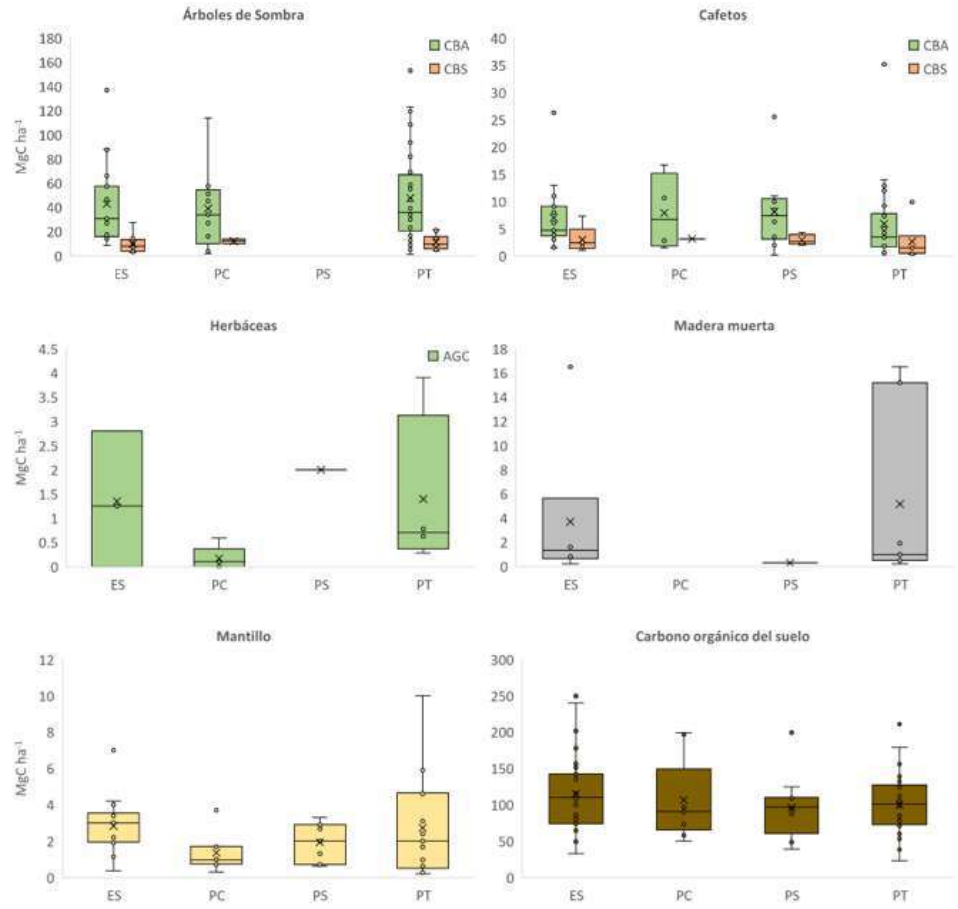


Figura 1. Almacenamiento de carbono por reservorio en sistemas de cultivo de café (PT-Policultivo tradicional, PC-Policultivo comercial, ES-Especializado, PS-Pleno sol).

Conclusiones

La información sobre este servicio ecosistémico ofrecido por los SAF-Café podría considerarse no solo para mejorar la sostenibilidad del cultivo, sino también para obtener ventajas competitivas en la comercialización del café, contribuyendo al desarrollo de los productores en todo el mundo.

Literatura citada

Cristóbal-Acevedo, D., Tinoco-Rueda, J.A., Prado-Hernández, J.V. & Hernández-Acosta, E. (2019). Soil carbon and nitrogen in tropical montane cloud forest, agroforestry and coffee monoculture systems. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 25(2):169-184. https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2018.09.070

Negash, M. & Kanninen, M. (2015). Modeling biomass and soil carbon sequestration of indigenous agroforestry systems using CO2FIX approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 203:147-155. https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.02.004

Valdés-Velarde, E., Vázquez-Domínguez, L.P., Tinoco-Rueda, J.A., Sánchez-Hernández, R., Salcedo-Pérez, E. & Lagunes-Fortiz, E. (2022). Servicio ecosistémico de carbono almacenado en cafetales bajo sombra en sistema agroforestal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 13(28):287-297. https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3283

CAPTURA DE CARBONO EN DIFERENTES USOS DE SUELO, REGIÓN SUR DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Teresa Hernández-Hernández[1]; Genaro Aguilar-Sánchez*[2]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. IRNR-Departamento de Suelos. [2]Universidad Autónoma Chapingo. Posgrado en Desarrollo Rural Regional.
gaguilars@chapingo.mx

Introducción

El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero indispensable para el desarrollo de la vida en la tierra, su incremento continuo en la atmósfera en las últimas seis décadas lo sitúa como el principal causante del cambio climático (Arroyo & Ramírez-Monroy, 2020). La gestión adecuada del suelo juega un papel fundamental en la mitigación del cambio climático para lo cual es necesario llevar a cabo una investigación detallada de las formas y dinámica del carbono a escala regional (Burbano-Orjuela, 2018). El manejo del suelo influye directamente en la capacidad de almacenamiento de carbono, ya que la vegetación nativa tiene mayores contenidos que en zonas donde se han presentado cambios de uso (Barrales-Brito et al., 2020). Objetivo, estimar el contenido de carbono orgánico en la región sur del estado de Querétaro enfocándose en tres usos de suelo: agrícola, pecuario y forestal.

Materiales y métodos

El área de estudio se encuentra al sur del estado de Querétaro, comprende los municipios de Amealco de Bonfil, Huimilpan, Pedro Escobedo, San Juan del Río y Tequisquiapan. En 30 sitios se recolectó una muestra simple de la capa superficial del suelo del 30 de junio al 4 de agosto de 2025. Cada unidad fue georreferenciada en coordenadas UTM, registrando además la altitud, pendiente y uso de suelo. Tras un proceso de secado a la sombra, se trasladaron al Laboratorio Nacional de Investigación y Servicios Agroalimentarios y Forestales para su análisis. El carbono orgánico del suelo se obtuvo mediante el analizador de carbono orgánico total Shimadzu TOC-LCPH+ con una unidad de combustión de muestras sólidas SSM-5000A.

Se evaluó el % de COS en función del uso de suelo, la altitud y la pendiente. Tras verificar el incumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) en todas las comparaciones, se optó por métodos no paramétricos. Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para detectar diferencias entre grupos, en casos de significancia, se ejecutó la prueba post hoc de Dunn con ajuste de Holm para identificar las diferencias entre pares.

Resultados y discusión

El contenido de carbono orgánico varió significativamente entre las categorías evaluadas (Figura 1). El uso agrícola presenta un rango intercuartílico y valores extremos estrechos lo que sugiere mayor agrupación entre los datos que conforman este grupo. El uso forestal presenta los valores más altos de %CO con una mayor dispersión evidenciada por la longitud de la caja y los valores extremos. En cuanto al uso pecuario presenta valores compactos lo que sugiere una distribución poco variable. Las comparaciones por pares revelaron una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos forestal y pecuario, lo que implica que tienen un comportamiento distinto entre sí. Se obtuvo diferencia significativa entre el contenido de carbono orgánico entre el agrícola-forestal y forestal-pecuario, lo que sugiere que el manejo agrícola y el uso pecuario almacenan menos carbono que lo suelos con uso forestal. Yescas-Coronado (2018) indica que la actividad humana a través del manejo del suelo para la producción agrícola y pecuaria, diferente en cada sitio, influye en la variabilidad espacial de contenido de carbono orgánico. No se encontró relación con los factores topográficos de pendiente y altitud. Lo que difiere con lo encontrado por Campos-Cascaredo, et al. (2014) los que

afirman que las variables topográficas de altitud y pendiente fueron más importantes para la variabilidad de las reservas de carbono orgánico que el uso de suelo.

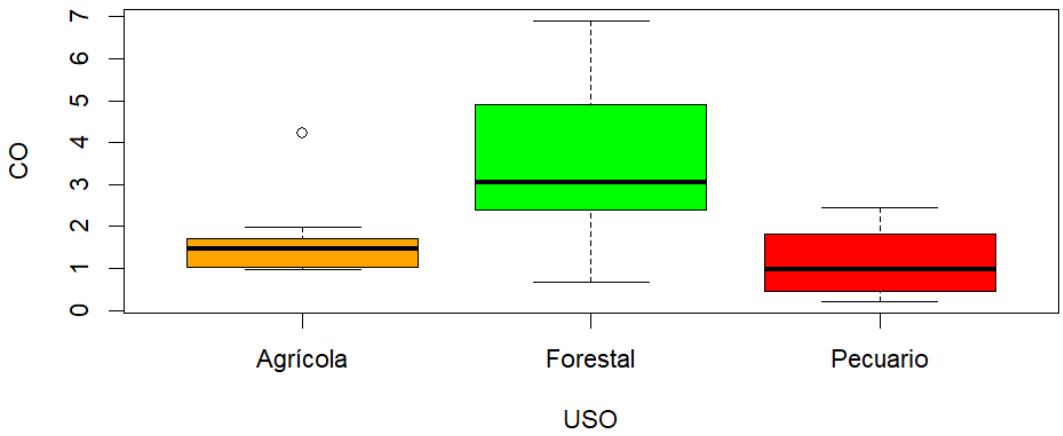


Figura 1. Distribución de la variable %CO en función del uso agrícola, forestal y pecuario

Conclusiones

El contenido de carbono orgánico en la capa superficial del suelo en el sur de Querétaro presenta una marcada heterogeneidad. Bajo las condiciones de este estudio, dicha variabilidad podría estar determinada por el uso de suelo, el cual sobresalió sobre los otros factores evaluados en la región.

Literatura citada

Arroyo, M., & Ramírez-Monroy, A. (2020). Dióxido de carbono, sus dos caras. *Anales de Química*, 116(2), 81–87.

Barrales-Brito, E., Paz-Pellat, F., Etchevers-Barra, J. D., Hidalgo-Moreno, C., Velázquez-Rodríguez, A., Barrales-Brito, E., Paz-Pellat, F., Etchevers Barra, J. D., Hidalgo-Moreno, C., & Velázquez-Rodríguez, A. (2020). Dinámica de carbono en agregados del suelo con diferentes tipos de usos de suelo en el monte Tláloc, Estado de México. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 275–288. https://doi.org/10.28940/TERRA.V38I2.680

Burbano-Orjuela, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *35*(1), 82–96. https://doi.org/10.22267/RCIA.183501.85

Campos-Cascaredo, A., Aguilar-Sánchez, G., & Landgrave, R. (2014). Soil organic carbon stocks in Veracruz State (Mexico) estimated using the 1:250,000 soil database of INEGI: biophysical contributions. *J Soils Sediments*, 860–871. https://doi.org/10.1007/s11368-014-0851-2

Yescas-Coronado, P., Álvarez-Reyna, V., Segura-Castruita, M. A., García Carrillo, M., Hernández-Hernández, V., & González-Cervantes, G. (2018). Variabilidad Espacial del Carbono Orgánico e Inorgánico del Suelo en la Comarca Lagunera, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 70(3), 591–610. https://doi.org/10.18268/BSGM2018v70n3a2

RESERVORIOS DE CARBONO AZUL EN SUELOS DE MANGLARES DE MARISMAS NACIONALES, NAYARIT

Eliseo Hernández-Hernández[1*]; Eduardo Valdés-Velarde[1]; Saúl Ugalde-Lezama[2]; Giovanni Ávila-Flores[3]; Sergio R. Márquez-Berber[1]

[1]Departamento de Fitotecnia; [2]Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo.
[3]Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras. Universidad de Baja California Sur.

e.hernandez.hd@gmail.com

Introducción

Los manglares desempeñan un papel fundamental en la mitigación del cambio climático gracias a su capacidad para secuestrar cantidades considerables de carbono orgánico en el suelo (Chen et al., 2026). Dentro del contexto mexicano, Marismas Nacionales (Nayarit) representa uno de los humedales más extensos e importantes del Pacífico Este (Vizcaya-Martínez et al., 2022). Los manglares de esta región no solo son vitales por su biodiversidad y servicios ecosistémicos, sino que se perfilan como un reservorio crítico de carbono en el país. Sin embargo, diversas amenazas naturales y antrópicas ponen en riesgo la estabilidad de dichos reservorios (Villarreal-Rosas et al., 2024). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue cuantificar las concentraciones de carbono mediante muestreo de campo y análisis de laboratorio para estimar el carbono almacenado en suelos de manglares con diferentes fuentes de intervención en Marismas Nacionales. Esta investigación estuvo financiada en su totalidad por el Fondo para la Vida Silvestre (WWF) con el apoyo del Fondo Bezos para la Tierra.

Materiales y métodos

Se seleccionaron ocho sitios de muestreo de manera dirigida en el área de estudio y se estableció una unidad de muestreo (UM) de 400 m^2 (20 x 20 m) en cada sitio. Dentro de cada UM, se colectaron tres núcleos de suelo con una profundidad de 1 m siguiendo el protocolo de Kauffman et al. (2013). Los núcleos fueron fraccionados en cuatro estratos de profundidad: 0-15 cm, 15-30 cm, 30-50 cm y 50-100 cm. Una vez en laboratorio, se determinó la densidad aparente (DAP) y se estimaron las concentraciones de carbono orgánico mediante combustión seca en un analizador TOC-SSM-5050A Shimadzu. A partir de estos valores, se calcularon los reservorios de carbono (COS), los cuales fueron expresados en Mg ha^{-1}. Para el análisis estadístico, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) seguida de pruebas de comparación múltiple de Dunn ($p < 0.05$) para identificar diferencias significativas entre las condiciones evaluadas.

Resultados y discusión

Los resultados indican que, a pesar de las distintas fuentes de intervención y estados de conservación en Marismas Nacionales, los reservorios de COS no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los sitios evaluados ($p < 0.05$). Lo anterior sugiere que el suelo es un reservorio resiliente que no se degrada inmediatamente ante perturbaciones (Sasmito et al., 2019). No obstante, se observa un rango contrastante en el almacenamiento de carbono, con valores que oscilan entre 101.53 Mg ha^{-1} en Mexcaltitán (competencia biótica) hasta 479.43 Mg ha^{-1} en Arenitas (extracción de madera). Es notable que el sitio con extracción de madera presenta el reservorio más elevado; esto podría explicarse porque, como señala Murdiyarso et al. (2021), la cosecha selectiva puede incrementar la acumulación de sedimentos y residuos orgánicos, favoreciendo la estabilidad del carbono en el perfil del suelo.

Conclusiones

Los suelos de manglar constituyen reservorios de carbono orgánico altamente resiliente, lo que subraya la importancia de proteger no solo la cobertura vegetal, sino los almacenes edáficos

profundos, fundamentalmente para las estrategias de mitigación climática en el Pacífico mexicano.

Cuadro 1. Almacenes de carbono promedio en suelos de manglares a un metro de profundidad en manglares bajo diferentes condiciones en Marismas Nacionales.

Sitio	Fuente de intervención	Densidad aparente ($g\ cm^{-3}$)	Reservorios de COS ($Mg\ ha^{-1}$)
Arenitas	Extracción de madera	0.88 ab	479.43 a
San Miguelito	Recuperación asistida	1.34 a	103.33 a
Pericos	Recuperación asistida	0.99 ab	106.32 a
Unión de Corrientes	Competencia biótica	1.09 ab	192.02 a
Mexcaltitán	Competencia biótica	1.12 ab	101.53 a
Boca del Asadero	Alteración hidrológica	1.13 ab	124.87 a
Vena del Diablo	Conservado	0.76 ab	257.69 a
El Cuatro	Conservado	0.23 b	324.02 a

Letras diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sitios.

Literatura citada

Chen, Z., Liu, X., Chen, Q., Yang, S., Yang, X., Zhu, Z., Lu, S., Li, Y., Ge, T., & Wang, S. (2026). Vegetation type regulates the accumulation of plant- and microbial-derived carbon in mangrove wetlands. *Climate Smart Agriculture*, *3*(1), 100095. https://doi.org/10.1016/j.csag.2025.100095

Kauffman, J. B., Donato, D. C., & Adame, M. F. (2013). *Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares*. Center for International Forestry Research.

Murdiyarso, D., Sasmito, S. D., Sillanpää, M., MacKenzie, R., & Gaveau, D. (2021). Mangrove selective logging sustains biomass carbon recovery, soil carbon, and sediment. *Scientific Reports*, *11*, 12325. https://doi.org/10.1038/s41598-021-91502-x

Sasmito, S. D., Taillardat, P., Clendenning, J. N., Cameron, C., Friess, D. A., Murdiyarso, D., & Hutley, L. B. (2019). Effect of land-use and land-cover change on mangrove blue carbon: A systematic review. *Global Change Biology*, *25*(12), 4291–4302. https://doi.org/10.1111/gcb.14774

Villarreal-Rosas, J., Brown, C. J., Andradi-Brown, D. A., Domínguez, R., Jacobo, P., Martínez, A., Mascote, C., Najera, E., Paiz, Y., Vázquez Moran, V. H., Villarreal, J., & Adame, M. F. (2024). Integrating socioeconomic and ecological data into restoration practice. *Conservation Biology*, *38*(14), e14286. https://doi.org/10.1111/cobi.14286

Vizcaya-Martínez, D. A., Flores-de-Santiago, F., Valderrama-Landeros, L., Serrano, D., Rodríguez-Sobreyra, R., Álvarez-Sánchez, L. F., & Flores-Verdugo, F. (2022). Monitoring detailed mangrove hurricane damage and early recovery using multisource remote sensing data. *Journal of Environmental Management*, *320*, 115830. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115830

DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN TRES SISTEMAS CAFETALEROS EN HUATUSCO, VERACRUZ

Lisset Reyes-Hernández[1]; Juan Angel Tinoco-Rueda[2]; Rosa Maria García-Núñez[1]; Esteban Escamilla-Prado[2] y Miguel Uribe-Gómez[1]

[1]DEIS en Suelos, Programa de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. [2]Centro Académico Regional Sede Huatusco, Universidad Autónoma Chapingo.

lissetreyeshdz96@hotmail.com

Introducción

El carbono orgánico del suelo (COS) desempeña un papel fundamental en la regulación del ciclo del carbono. En sistemas agroforestales de café el COS es el principal reservorio representando más del 75% del carbono total (Ramírez-Armas et al., 2025). Sin embargo, el COS no se distribuye de manera homogénea en el perfil edáfico, la mayor concentración se suele encontrar en la capa superficial del suelo y tienden a disminuir progresivamente con la profundidad (Burbano Orjuela, 2018). Analizar esta distribución vertical es fundamental para comprender la estabilidad del carbono almacenado y su potencial de permanencia en el tiempo. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo analizar las diferencias en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo entre tres sistemas cafetaleros y describir su distribución vertical en un perfil edáfico de 0 a 30 cm de profundidad.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el municipio de Huatusco, Veracruz, ubicado en la región montañosa central del estado (19°04’–19°13’ N; 96°41’–97°03’ O). El área se caracteriza por una fisiografía asociada al Eje Neovolcánico, con predominio de lomeríos y un rango altitudinal de 400 a 2000 msnm. Presenta clima semicálido húmedo, con temperatura media anual de 17.1 °C y precipitación promedio de 2006 mm y los suelos son de origen volcánico.

Se evaluaron tres sistemas cafetaleros como tratamientos: policultivo tradicional (PLCT), agroforestal especializado (PLCE) y café a pleno sol (CPS). El PLCT se caracteriza por una alta diversidad de especies arbóreas multipropósito (frutales y maderables), mientras que el PLCE presenta menor diversidad de sombra, frecuentemente dominada por especies del género Inga. El APS se distingue por la ausencia de especies perennes de sombra. Para la obtención de datos se consideró la Unidad de Muestreo (UM) cuadrada de 25 x25 m (Tinoco Rueda, 2024). Se establecieron 5 repeticiones por cada tratamiento a excepción del CPS, totalizando en 14 unidades experimentales. En dicha UM se realizó una colecta de una muestra de suelo ubicada al centro de la parcela a una profundidad de 30 cm seccionada en tres submuestras; de 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm. Cada sub-muestra colectada ser llevada a laboratorio en donde se determinó el porcentaje de carbono orgánico mediante el método AS-07, de Walkley y Black descrito en la NOM-021-SEMARNAT-2000. Finalmente se realizó un ANOVA para observar diferencias significativas entre las profundidades y los sistemas.

Resultados y discusión

Se observaron diferencias significativas entre las profundidades. Los valores más altos de COS se concentraron en el estrato superficial de 0–10 cm, de profundidad, disminuyendo progresivamente en las capas inferiores, lo cual es consistente con la literatura. En cuanto a la comparación entre sistemas cafetaleros, no se detectaron diferencias estadísticas significativas en el almacenamiento total de COS, resultado similar al reportado por Ramírez-Armas et al., (2025). No obstante, se observaron tendencias diferenciales en los valores promedio. El policultivo tradicional (PLCT) presentó los mayores valores de COS. El sistema agroforestal especializado (PLCE) mostró mayor variabilidad y, en general, valores inferiores a PLCT. Por su

parte, el sistema a pleno sol (CPS) registró valores intermedios, con una marcada concentración superficial y una disminución más pronunciada con la profundidad, lo que sugiere menor protección del carbono en estratos subsuperficiales (Figura 1). De manera general los valores de COS en Mg C ha-1 fueron mayores a lo reportado por Valdés-Velarde et al. (2022), lo que indica un potencial relevante de almacenamiento de carbono en los sistemas cafetaleros evaluados.

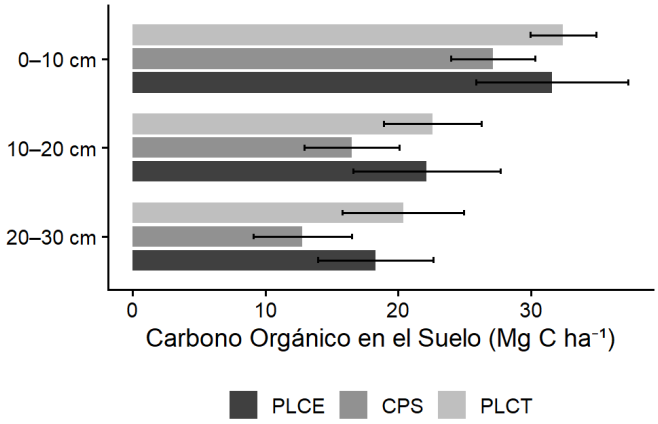


Figura 1. COS de tres sistemas cafetaleros a tres profundidades. PLCT = policultivo tradicional, PLCE = agroforestal especializado y CPS = café a pleno sol (

Conclusiones

La distribución vertical del carbono orgánico del suelo (COS) mostró un patrón consistente en los tres sistemas cafetaleros evaluados, con una concentración significativamente mayor en el estrato superficial (0–10 cm) y una disminución progresiva hacia 20–30 cm de profundidad. Este comportamiento confirma que el carbono edáfico se acumula principalmente en los primeros centímetros del perfil, donde la incorporación de residuos orgánicos y la actividad biológica son más intensas.

Literatura citada

Burbano Orjuela, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *35*(1), 82. https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85

Ramírez-Armas, L. M., Bolaños-González, M. A., López-Pérez, A., Macedo-Cruz, A., & Pazos-Espejel, M. M. (2025). Almacenes de carbono en sistemas agroforestales de *Coffea arabica* y *Coffea canephora* en Veracruz, México. *Estado Actual Del Conocimiento Del Ciclo Del Carbono y Sus Interacciones En México: Síntesis a 2025*, *7*(7), 392–400.

Valdés-Velarde, E., Vázquez-Domínguez, L. P., Tinoco-Rueda, J. Á., Sánchez-Hernández, R., Salcedo-Pérez, E., & Lagunes-Fortiz, E. (2022). Servicio ecosistémico de carbono almacenado en cafetales bajo sombra en sistema agroforestal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* , *13*(28), 287–297. https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3283

BIODIVERSIDAD DE PERENNES MULTIPROPÓSITO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ DE VERACRUZ

Juan Angel Tinoco-Rueda[1*]; Eduardo Valdés-Velarde[2]; Agustín Merino[3]; Esteban Escamilla-Prado[1]

[1]Centro Regional Universitario Oriente. [2]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [3]Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, España.

*jtinocor@chapingo.mx

Introducción

Los sistemas agroforestales (SAF) son agroecosistemas en donde se establecen o mantienen de forma deliberada plantas perennes multipropósito (PEMU) en combinación (espacial y/o temporal) con cultivos o animales (Moreno-Calles et al., 2013; Nair et al., 2021). Los SAF se consideran multifuncionales ya que proveen de beneficios como son los servicios hidrológicos, seguridad alimentaria, mitigación al cambio climático, conservación de la biodiversidad, entre otros. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la biodiversidad de perennes multipropósito en sistemas agroforestales de café de Veracruz mediante el uso de índices de biodiversidad, para identificar las plantas con mayor relevancia agroecológica en los cafetales.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la región de las altas montañas del centro del estado de Veracruz (18°59.6´ - 19°9.857´N y 96°46.276´ - 97°3.166´O) en los municipios de Chocamán, Ixhuatlán del Café, Huatusco, Zentla y Comapa. El clima es del tipo semicálido húmedo y cálido subhúmedo con base en la clasificación Köppen modificada. La temperatura media anual oscila entre 17.7 y 22.6 °C mientras que la precipitación media anual entre 1,600 a 2,200 mm. Los suelos son de origen volcánico predominando los andosoles úmbricos y luvisoles dístricos. El ecosistema original es bosque mesófilo de montaña. Se analizó la diversidad de especies en el estrato de sombra en dos sistemas agroforestales de café: policultivo tradicional (PT) y sistema especializado (ES) con base en cuatro índices: índice de valor de importancia (IVI), índice de Shannon-Wiener (H´), índice de Simpson (D), y el índice de Evenness (E). Mediante el IVI se determina la importancia de las especies en términos de la composición biológica de una comunidad vegetal determinada, lo cual evidencia el porcentaje que representa cada taxón en la comunidad (Reyes-Reyes et al., 2022). En cada municipio se establecieron dos sitios de muestreo por cada sistema agroforestal estudiado. El sistema PT se integra por una diversidad de árboles de sombra nativos e introducidos y que tienen usos alimenticios, maderables, entre otros. En el sistema ES las especies de sombra son menos diversas y su uso es exclusivo para brindar un ambiente umbrófilo a las plantas de café (Moreno-Calles et al., 2013). El análisis de datos consistió en estadísticos descriptivos utilizando el programa Excel.

Resultados y discusión

Como resultado del inventario florístico en los sistemas agroforestales de café se encontraron un total de 383 individuos de perennes multipropósito que pertenecen a 34 especies. Categorizado por cada sistema se identifica que el sistema PT registra 284 individuos de 28 especies, mientras que el sistema ES reporta 99 individuos de 18 especies. En el sistema PT el plátano (*Musa* spp.) se destacó como la especie con el mayor valor de IVI, y alcanzó un valor cercano a 35, lo cual indicó su alta dominancia y relevancia en este tipo de sistema. A este le sigue el inga (*Inga* spp.), con un IVI considerablemente elevado de aproximadamente 25, mostrando su importancia como especie asociada al policultivo en esta región. Otras especies que presentan valores significativos incluyen el ixpepe y la naranja (*Citrus sinensis*), con IVI de alrededor de 15 y 10, respectivamente.

La macadamia (*Macadamia integrifolia*) y el aguacate (*Persea americana*) aparecen con valores más bajos, menores a 10, al igual que el cedro rosado (*Cedrela odorata*), el olmo mexicano (*Ulmus mexicana*) y el huele de noche (*Cestrum nocturnum*), las cuales muestran una presencia limitada en este sistema de producción. En el sistema ES se registra al vainillo (*Inga* sp) como la especie dominante, alcanzando un IVI cercano a 30. Grevillea (*Grevillea robusta*) e Higuerilla (*Ricinus communis*) siguen en importancia, con IVI de aproximadamente 20 y 15, respectivamente. El ixpepe y el plátano presentan valores más bajos en este sistema, con IVI alrededor de 10, lo cual indica su menor relevancia en comparación con el sistema policultivo tradicional. Otras especies como la naranja, la macadamia, el durazno (*Prunus persica*), el huele de noche, el limón (*Citrus limon*), y el tomate de árbol (*Solanum betaceum*) presentan valores de IVI menores. En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en los índices de Shannon-Wiener, índice de Simpson, e índice de Evenness.

Cuadro 1. Valores promedio y desviación estándar de índices de diversidad de las especies de sombra en sistemas agroforestales de café.

Sistema	Riqueza	Shannon-Wiener	Simpson	Evenness
PT	27.50 ± 24.09	1.30 ± 0.32	0.34 ± 0.20	0.45 ± 0.16
ES	12.0 ± 8.22	1.15 ± 0.50	0.29 ± 0.24	0.55 ± 0.27

PT-policultivo tradicional, ES-specializado

Los resultados del IVI indican una clara variación en la composición y dominancia de especies con base en el sistema de cultivo. El plátano y el vainillo son especies claves en el sistema policultivo tradicional de ambas zonas, mientras que *Inga* sp sigue siendo relevante en el sistema especializado, lo que demuestra su versatilidad. La diversidad de especies es mayor en el sistema policultivo, lo que sugiere un manejo más diverso y multifuncional, mientras que el sistema especializado tiende a concentrarse en unas pocas especies con el propósito exclusivo de brindar sombra al cafeto (Reyes-Reyes et al., 2022).

Conclusiones

La diversidad de PEMU identificada en los cafetales, especialmente en los policultivos tradicionales ofrecen beneficios sociales al proveer de frutas para autoconsumo (plátanos, naranjas, aguacate, chinene, durazno, entre otros).

Literatura citada

Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., & Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375–398.

Nair, P. K. R., Kumar, B. M., & Nair, V. D. (2021). *An introduction to agroforestry* (2a ed.). Springer International Publishing.

Reyes-Reyes, J., Rodríguez-Morales, J. A., Pimienta de la Torre, D. de J., Fuentes-Pérez, M. A., Marroquín-Morales, P., Merino-García, A., & Aguirre-Medina, J. F. (2022). Diversidad y estructura de los árboles de sombra asociados a *Coffea arabica* L. en el Soconusco, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(71). Article 4-27. https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i71.1191

ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE GEI EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE BOVINO EN MÉXICO

Saulo Acevedo-Cruz[1]; Juan Antonio Leos-Rodríguez[2]; Victoria Pacheco- Almaraz[2;] Rafael Núñez Domínguez[3]; Enrique Genaro Martínez González[1].

[1]Centro Académico de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), [2]División de Ciencias Económico Administrativas (DICEA), [3]Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo.
saulo.acevedo@ciestaam.edu.mx

Introducción

Durante largos periodos de tiempo los niveles de metano (CH4) en la atmósfera permanecieron relativamente constantes, sin embargo, en los últimos años han sufrido una tendencia creciente, atribuida principalmente a actividades antropogénicas como la industria energética, la gestión de residuos y la ganadería(Shindell et al., 2013). Este incremento es preocupante por el potencial de calentamiento global del CH4 y sus impactos climáticos y ambientales. Por otra parte, las proteínas de origen animal tienen una mayor cantidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) durante su producción, sin embargo, para el caso de la carne de bovinos, existen discrepancias en la cuantificación de la "huella de carbono" por kilo de carne producido en el mundo (Gennari et al., 2024).). Generar información que refuerce o refute estas afirmaciones es necesario, por lo tanto, el objetivo consiste en estimar las emisiones de GEI de la ganadería, a través de ecuaciones alométricas, para delimitar su papel en la dinámica actual de cambio climático.

Materiales y métodos

Se analizaron las emisiones de los procesos de fermentación entérica y gestión de excretas de tres sistemas de producción, con información obtenida mediante entrevistas con los propietarios y encargados operativos de cada caso, el cálculo total de emisiones se realizó mediante el uso de ecuaciones desarrolladas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).La selección de los casos fue por conveniencia considerando el enfoque y eslabón de la cadena productiva en la que se encuentran (Jiménez & Jiménez, 2025). Los sistemas evaluados se encuentran en calera, Zacatecas con un clima semiseco templado con lluvias en verano y suelos aluviales (Sistema 1, intensivo), Jesús Carranza, Veracruz (Sistema 2, extensivo) y Playa Vicente, Veracruz (Sistema 3, extensivo).

Resultados y discusión

Las emisiones por sistema, dadas en kg CO_2eq/año) se presentan en el (Cuadro 1)Se observa una diferencia significativa como producto del tamaño de las unidades de producción. El sistema 1 con un mayor número de animales presenta los valores más altos, seguido del sistema 3.

El cálculo de emisiones por kg de carne producida, dadas en kg CO_2e/kg carne se presentan en el (Cuadro 2). Se confirma que el sistema 3 tiene un impacto ambiental mayor. En el caso del sistema 1, su naturaleza intensiva tiende a generar parcialmente una huella de carbono menor.

Conclusiones

Las emisiones totales de GEI están relacionados de forma directa con el tamaño del sistema evaluado. El sistema intensivo (1) es el que presenta mayores emisiones absolutas derivado de la mayor carga animal. Sin embargo, al considerar las emisiones por kg de carne producida, los sistemas extensivos (2 y3) presentan una mayor huella de carbono en comparación con el sistema intensivo.

La eficiencia productiva por sistemas es un factor determinante en las estrategias de mitigación de emisiones por unidad de producto. La mejora de los indicadores productivos se traducirá en un menor impacto ambiental.

Cuadro 1.Emisiones (kg CO_2eq/año) totales por sistema evaluado

ID	CH_4 entérico (kg CO_2e/año)	CH_4 gestión excretas (kg CO_2e/año)	N_2O gestión excretas (kg CO_2e/año)	Total (kg CO_2e/año)
Sistema 1 (intensivo)	21,208.320	530.208	57,637.500	79,376,028
Sistema 2 (Extensivo)	47964	185	75.260	123,409
Sistema 3 (Extensivo)	56,560	235	95.665	152,460

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2. Emisiones por kg de carne producida (kg CO_2e/kg carne)..

ID	CH_4 entérico (kg CO_2e/año)	Gestión de excretas (kg CO_2e/año)	Total (kg CO_2e/año)
Sistema 1 (Intensivo)	4.71	12.89	17.6
Sistema 2 (Extensivo)	8.97	14.13	23.1
Sistema 3 (Extensivo)	8.81	14.89	23.7

Fuente: Elaboración propia

Literatura citada

Gennari, L., D´orazio, F., & Cogliati, M. G. (2024). *Asociación Argentina de Agrometeorología*. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-

Jiménez Chaves, V. E., & Jiménez Alegre, A. M. (2025). El estudio de caso en investigaciones de medicina. *UNIDA Salud*, *4*(2), 79–82. https://doi.org/10.69940/sld.20250807

Shindell, D., Bréon, F., Collins, W., Fuglestvedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T., Zhang, H., Qin, D., Plattner, G., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Midgley, P. (2013). *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. I*n: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I*.

CARACTERIZACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN EL ESTADO DE MÉXICO

Victoria Pacheco-Almaraz[1]*; Juan Antonio Leos-Rodríguez[2]

[1]División de Ciencias Económico Administrativas y [2]Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial

Universidad Autónoma Chapingo.

*vpacheco@ciestaam.edu.mx

Introducción

El cambio climático exacerba la degradación de la tierra, con efectos cada vez más potencializados, tal es el caso de los incendios forestales con mayor intensidad y extensión. Éstos representan un cinco por ciento de la tierra quemada y aportan más del 80% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, siendo el uso insostenible de la tierra, deforestación, aumento de la temperatura, etc., los principales causantes (IPCC, 2020). En México, destacan los años 1998, 2011, 2017 y 2022 como los más críticos en cuanto a la superficie dañada, ya que durante 2012-2022, esta pasó de 347 mil ha afectadas a 660 mil, concentrándose en el centro del país (CONAFOR, 2022). En 2023, se registraron 7,611 incendios en una superficie superior a un millón de hectáreas, siendo Jalisco y el Estado de México las entidades más afectadas. Lo anterior justifica el análisis del fenómeno. Así, el objetivo de este trabajo fue caracterizar áreas impactadas por incendios forestales del Estado de México, mediante sistemas de información geográfica, para contribuir en la sostenibilidad de los recursos forestales.

Materiales y métodos

Se recopiló información mediante percepción remota y recorridos de campo en la Región de los Volcanes, Estado de México; por ser una de las zonas más afectadas en la entidad. Se emplearon polígonos de las áreas afectadas, cartas de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI (2024), imágenes satelitales multiespectrales de Landsat, de las bandas del infrarrojo cercano e infrarrojo medio y divisiones político-administrativas de los municipios (INEGI, 2024). Se consideraron los eventos presentados entre el 1 enero del 2020 y el 30 de diciembre de 2024.

Resultados y discusión

Se registraron 623 incendios durante el periodo analizado, alcanzando una superficie de 17,000 hectáreas. Ixtapaluca fue el municipio más afectado con 5,200 hectáreas. El cambio ilegal de uso de suelo y quemas agrícolas y pecuarias son los principales detonantes (Figura 1).

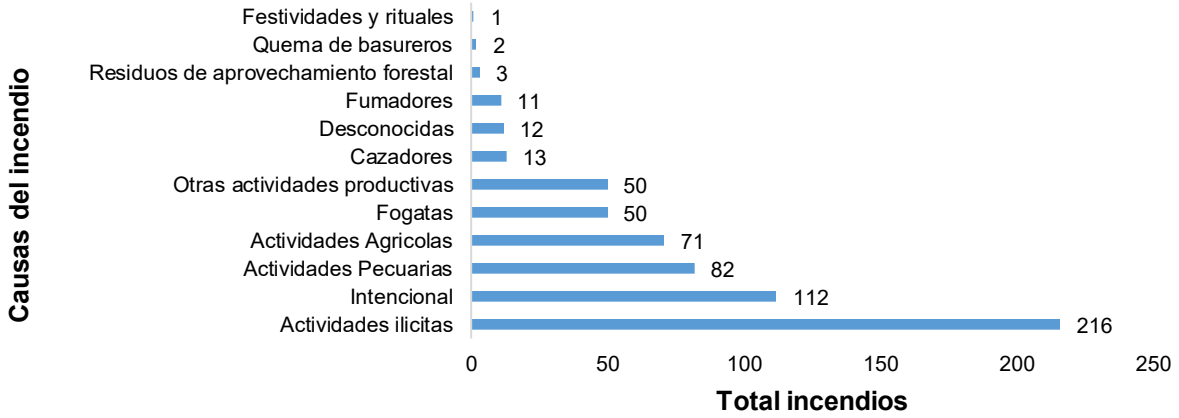


Figura 1. Principales causas de los incendios de la Región de los Volcanes, 2020-2024.
Fuente: Elaboración propia con base en información de campo.

El periodo de noviembre-abril concentra la mayor cantidad de eventos, con un 90% de tipo superficial propagados de la superficie del suelo hasta 1.5 metros de altura. Las zonas siniestradas corresponden a bosque de pino, oyamel, pradera de alta montaña y zonas agrícolas, evidenciando una vulnerabilidad multifactorial (Pereira et al., 2020) que se amplifica bajo el contexto del cambio climático (Figura 2).

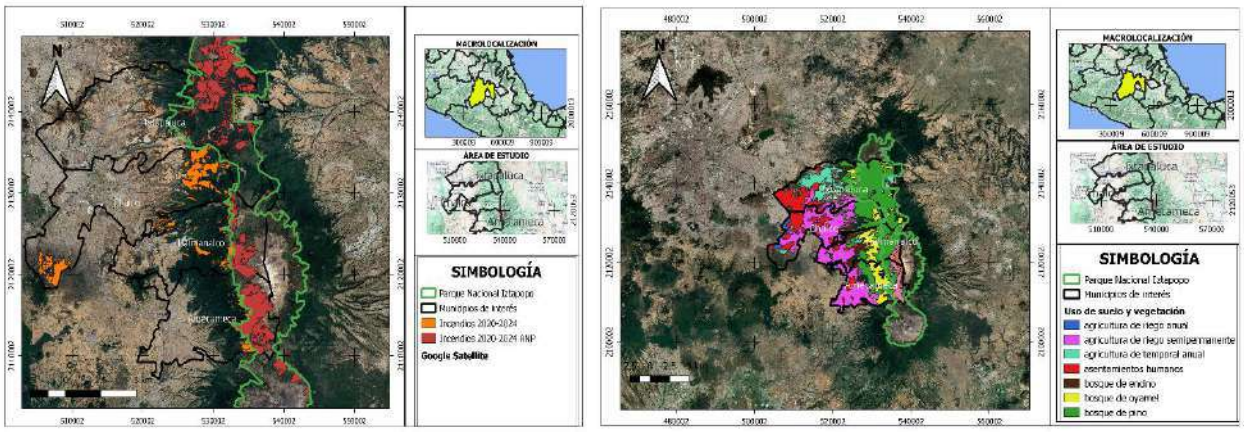


Figura 2. Incendios de la Región de los Volcanes, 2020-2024. Fuente: Elaboración propia con base en información de campo.

Conclusiones

La acción antropogénica es el principal detonante de los incendios forestales en el Estado de México, lo que compromete la resiliencia de los bosques templados, especialmente en zonas montañosas de alta vulnerabilidad ecológica y social.

Literatura citada

CONAFOR. (2022). *Cierre Estadístico 2022*. CONAFOR, Comisión Nacional Forestal. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/821392/Cierre_de_la_Temporada_2022.pdf

INEGI. (2024). *Geografía y Medio Ambiente. Uso de suelo y vegetación*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/

IPCC. (2020). *El cambio climático y la tierra: Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres*. IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf

Pereira, M. G., Parente, J., Amraoui, M., Oliveira, A., & Fernandes, P. (2020). The role of weather and climate conditions on extreme wildfires. In F. Tedim, V. Leone, & T. Mcgee (Eds.), *Extreme Wildfire Events and Disaster* (pp. 55–72). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815721-3.00003-5.

MAPAS NOVOHISPANOS SIGLO XVII DE LA REGIÓN TEXCOCANA

Luis Morett-Alatorre[1], Joyce Ramírez-Muñoz[2] y Patricia Muñoz-Sánchez[3]

[1]Museo Nacional de Agricultura. [3]Subdirección de Servicio, Universidad Autónoma Chapingo.
[2]Centro Nacional de Conservación y Registro del Patrimonio Artístico Muebles del INBAL
l_morett@yahoo.com.mx

Introducción

La cartografía regional de Texcoco tiene referentes obligados, como es el caso del estudio del patrón de asentamientos prehispánicos del área (Parsons, 2008), donde se documenta la dinámica de los asentamientos de éstos en los cerca de tres milenios que antecedieron a la llegada de los europeos. También de enorme valor es el Códice Xolotl (Dibble, 1996), donde se muestra la épica fundacional del señorío acolhua. Referencia indispensable para la misma región es el Mapa de la Ciudad de México hacia 1550 o Mapa Uppsala (2016) que describe la vida lacustre en los humedales de la ribera oriental del lago de Texcoco. Estudios recientes han abordado la cartografía novohispana del siglo XVI desde una perspectiva crítica (Aguilar, 2019), en tanto que Pulido Rull (2019) analizó algunos mapas coloniales del siglo XVI del Acolhuacan y señaló que el problema más severo que debieron enfrentar las comunidades indígenas al inicio del periodo colonial fue el despojo de sus tierras, propiciada por la llegada progresiva de españoles que demandaban mercedes de tierras para el establecimiento de estancias ganaderas y agricultura.

Esta investigación es una primera aproximación al estudio de mapas territoriales de inicios del siglo XVII, específicamente de una muestra compuesta por dos mapas pertenecientes a los pueblos de Ixtapan y Panoaya, ambas comunidades enclavadas en el margen oriental del Lago de Texcoco. Estos mapas son coetáneos a los de Calmimilolco, Tequexquináhuac y Tocuila, mapas que hemos de analizar pronto, sobrevivientes al paso del tiempo y piezas de un rompecabezas incompleto, cuyas partes se encuentran en muy malas condiciones de conservación y en riesgo real de pérdida irreparable, de ahí la importancia de abordar su estudio desde una perspectiva regional y en su contexto histórico, al mismo tiempo que gestionar ante las autoridades comunitarias correspondientes el acceso a éstos para evaluar su condición y estado de conservación con el propósito de realizar la intervención técnica especializada que contribuya a su preservación y divulgación, todo lo cual tiene el objetivo de redimensionar el valor que tales documentos tienen para las comunidades y así contribuir al fortalecimiento de su identidad cultural.

Materiales y métodos

Los cinco mapas de referencia fueron pintados sobre lienzos de fibras de algodón y tienen una dimensión promedio de 4m^2 (2x2 m). Los elementos gráficos fueron trazados con pigmento negro. Varios mapas tienen en la parte superior una cartela que alude al título del mapa y el año en que fue elaborado (1609 a 1612). Los componentes gráficos del mapa: al centro una representación de una construcción eclesial y el nombre de la comunidad eje, en cuyo entorno se ubican e identifican comunidades vecinas, caminos hoyados, además de algunos accidentes relevantes del paisaje y de manera enfática mojoneras, medidas en varas y punteos que delimitan y enmarcan el territorio de la comunidad titular. En algunas telas se preserva todavía un poco de color verde en montañas, azul en láminas lacustres y ríos.

En el caso de los dos mapas ya intervenidos (Ixtapan y Panoya), se realizó registro fotográfico como nos fueron presentados, además de efectuar una primera evaluación técnica, donde se determinó el procedimiento con el criterio de mínima intervención que se requería y la ruta que habría de seguirse para asegurar su conservación, visitas en las que se procedió a la

desinfección, limpieza, consolidación en áreas de faltantes y embalaje en condiciones de estabilidad material. Toda la intervención se realizó en las instalaciones de la autoridad comunitaria, quien nunca perdió la custodia del original. Junto al mapa se entregó de manera formal una guía de recomendaciones para que el resguardo atienda de mejor manera su tarea de custodio y se garantice la preservación del material. En el transcurso de la intervención se registraron testimonios orales sobre la historia del mapa que comparten las autoridades y vecinos que acompañaron la tarea, además de indagar en acervos documentales y mapotecas sobre información que pudiera enriquecer el significado histórico de cada uno de los materiales bajo estudio. Finalmente, se generó una réplica impresa en tela de dimensiones cercanas al original, y ésta se integró al programa de itinerancia de la exposición de los recursos lacustres. Asimismo, se entregó a la autoridad de la comunidad otra copia impresa en tela para que ésta fuese exhibida de manera permanente en un espacio público y así ofrecer a la comunidad la oportunidad de conocer su patrimonio histórico e identitario.

Resultados y discusión

Las telas se han encontrado en muy diversas condiciones de almacenaje y exhibición, mientras algunas estaban dobladas y almacenadas en cajas de cartón, otras enmarcadas y sobre bastidor, unas más clavadas sobre madera y expuestas a la luz, cambios de humedad y temperatura, además del ataque de hongos e insectos. Todas exhiben roturas, faltantes y manchas, además de pérdida de colores. En suma, en severo y acelerado proceso de deterioro cuando no han sido intervenidas. La intervención en el caso de Ixtapan y Panoaya implicó la desinfección, limpieza, restauración y embalaje especializado en materiales de pH neutro, lo que garantiza una larga vida atendiendo un protocolo de acompañamiento y vigilancia periódica. En los otros tres casos referidos se gestiona una próxima intervención. La socialización de las réplicas de los mapas al interior de la comunidad y en la región, ha sido un factor de estímulo a la identidad cultural.

Conclusiones

La presencia de múltiples documentos con materiales y estilo iconográfico similar en la región y dentro del mismo lapso cronológico refuerzan su autenticidad. Pugnar por preservar los originales y socializar réplicas fortalece la identidad comunitaria, experiencias ambas que operan como catalizadores para otros hallazgos e intervenciones futuras.

Literatura citada

Aguilar Aguilar, M. (2019). La elaboración histórica de Tetzcoco en el siglo XVI, apuntes sobre este proceso, México, 2019. www.noticonquista.unam.mx/amoxtli/2830/2822.

Dibble, C. E. (1996). Códice Xolotl. 2 Vols. Instituto de Investigaciones Históricas - Instituto Mexiquense de Cultura.

León Portilla M. y Aguilera C. (2016). Mapa de México Tenochtitlan y sus contornos hacia 1550. Ediciones Era-Secretaría de Cultura de la Ciudad de México,176pp.

Parsons, J. R. (2008). Patrones de Asentamientos Prehispánicos en la Región de Texcoco, México. Universidad Autónoma Chapingo. 453pp.

Pulido Rull A. (2019). Los mapas de mercedes de Texcoco y la lucha por la tierra en el siglo XVI, México, Noticonquista, 2019. www.noticonquista.unam.mx/amoxtli/2828/2822.

COLABORACIÓN CIENTÍFICA EN LA INVESTIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Miriam Serrano-Páez[1]*; Enrique Genaro Martínez-González[1]; Norman Aguilar-Gallegos[2]; Jorge Aguilar-Ávila[1]; Leticia Elizabeth Romero-García[2]

[1]CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo.
[2]Universidad Panamericana. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
miriam.serrano@ciestaam.edu.mx

Introducción

La colaboración científica es uno de los pilares dentro de un ambiente de investigación productiva (Lazebnik et al., 2023) y a medida que la comunidad global se enfrenta a desafíos apremiantes como lo es el cambio climático, la colaboración entre investigadores debería fomentarse. Ante la expansión del *Big Data Analysis (BDA)* como un campo emergente cuyo objetivo es crear predicciones empíricas, ya que su análisis sirve como guía para tomar decisiones en todos los niveles (Sadiku et al., 2020); el análisis bibliométrico fundamentada en BDA permite comprender la amplitud e impacto de la producción científica al identificar actores clave, comunidades y patrones de colaboración. El objetivo de esta investigación es integrar una estructura de BDA con técnicas bibliométricas avanzadas para analizar variables de producción científica, instituciones y países, generando evidencia estratégica que contribuya al fortalecimiento institucional, al diseño de tratados internacionales y a la toma de decisiones en políticas frente al cambio climático global.

Materiales y métodos

Este estudio explora la investigación del cambio climático global mediante un análisis bibliométrico avanzado, a través de una metodología robusta en la recolección, depuración, estandarización y análisis de variables clave como *Afiliaciones, países y autores* con el propósito de garantizar resultados confiables, reproducibles y útiles para la toma de decisiones (Pérez Ripossio, 2023). Una vez procesada la base, se realizó un análisis de redes para la variable **Affiliations** (Instituciones a la que pertenece un autor al momento de realizar una publicación). La Figura 1 presenta una convergencia metodológica del análisis, al integrar el procesamiento masivo de datos bibliográficos, técnicas avanzadas de bibliometría y la caracterización de la producción científica global en cambio climático en el periodo 1983-2024; mientras que la Figura 2 sintetiza los retos enfrentados durante el análisis, derivado del trabajo de una base de datos robusta y de gran escala.

Resultados y discusión

Se generó una red que contiene cinco clústers que indican la colaboración internacional entre instituciones (Figura 3). Esta red refleja la globalización de la investigación sobre el cambio climático, al conjuntar una sólida participación de instituciones internacionales abarcando diferentes áreas temáticas. China es un líder en volumen y motor de análisis, modelación y generador de datos; Estados Unidos contiene mayor diversificación temática con varios enfoques interdisciplinarios. Europa es un gran articulador de investigación entre China y Estados Unidos, además de conectar marcos normativos. Las instituciones contribuyen directamente a tratados entre países del mundo, así como a la elaboración de reportes internacionales que permiten la comprensión del cambio climático a través de modelos estandarizados y proyecciones que son utilizados a nivel global y forman parte de las iniciativas internacionales, cuyos resultados son evaluados para orientar la acción y las políticas frente al cambio climático. Asimismo, se integran instituciones de investigación de suma relevancia (NASA, NCAR) las cuales desarrollan metodologías y repositorios de datos para consulta, permitiendo continuar con el aporte a la investigación continua y de cooperación entre instituciones.

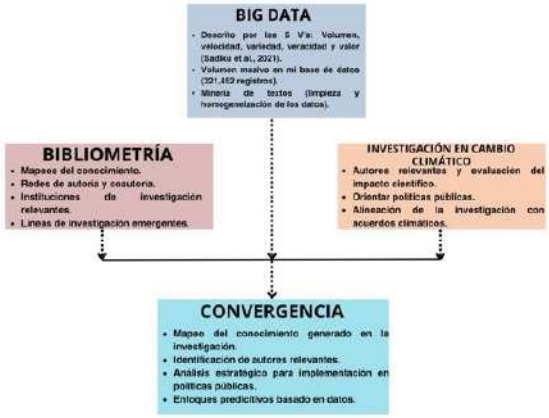


Figura 1. Convergencia metodológica entre bibliometría, Big Data y la investigación sobre cambio climático (1990-2023).

Figura 2. Retos presentados dentro de la investigación

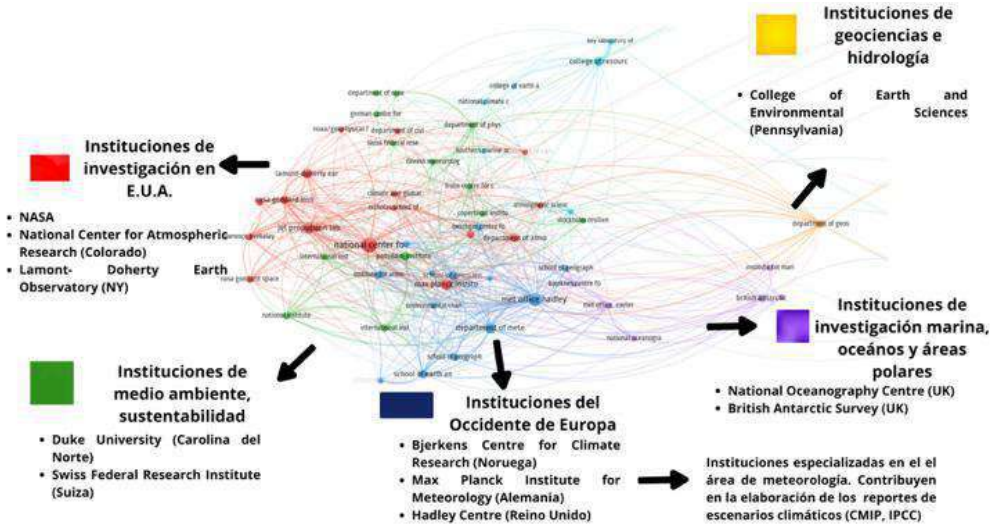


Figura 3. Red de afiliaciones internacionales.

Conclusiones

A partir del crecimiento académico en la investigación de cambio climático, el análisis muestra que existe una fuerte colaboración entre instituciones, sobre todo en aquellas que generan aportaciones de gran impacto y de consulta global. La creciente producción está dirigiendo la investigación actual hacia la formulación de políticas climáticas alineadas a los diversos tratados y organismos internacionales. Es por ello, que la colaboración institucional y el uso de tecnologías avanzadas (machine learning, BDA, modelos de predicción y pronóstico) se incorporan para fortalecer la toma de decisiones hacia la adaptación y mitigación del cambio climático global.

Literatura citada

Lazebnik, T., Beck, S., & Shami, L. (2023). Academic co-authorship is a risky game. *Scientometrics*, *128*(12), 6495–6507. https://doi.org/10.1007/s11192-023-04843-x

Pérez Ripossio, R. N. (2023). ¿Triangular, combinar o integrar? Los usos de la convergencia metodológica en la investigación cualitativa: una experiencia teórico empírica. *VIII Encuentro Latinoamericano de Metodología de Las Ciencias Sociales*.

Sadiku, M. N. O., Ashaolu, T. J., & Musa, S. M. (2020). Big Data in Agriculture. *International Journal Of Scientific Advances*, *1*(1). https://doi.org/10.51542/ijscia.v1i1.9

GEOVISUALIZADOR DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAISAJES DE MEXICO

Alejandro Ismael Monterroso-Rivas[1*]; Patricia Ruíz-García[2]; Leticia Citlaly López-Teloxa[3]; Yadihra Cruz-Sánchez[3]

[1]Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos. [2]Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático. [3]Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales
*amonterrosor@chapingo.mx

Introducción

Las evidencias muestran que el planeta se encuentra en constante cambio y particularmente el clima se vuelve más errático (IPCC, 2023a). Los expertos han puesto especial atención a los impactos que se tendrán por cambio climático y se ha llegado a la conclusión que algunos ya son evidentes y que es necesario atenderlos urgentemente (IPCC, 2023b). Particularmente aquellos que se refieren a los territorios y paisajes. El paisaje se ha interpretado al menos en tres jerarquías distintas: por su naturaleza, el rol que juega o por su mera descripción. La naturaleza del paisaje puede ser material o conceptual, el primero se refiere al biotopo y biocenosis, mientras que lo segundo es la información que provee. En México, se han observado tasas anuales de pérdida de bosques que oscilan entre el 1% y el 8%, y esto varía según la región geográfica, el tipo de vegetación y el período analizado. El objetivo del presente trabajo es desarrollar y mostrar un visor web tipo geovisualizador que contenga estudios de impactos del cambio climático sobre los territorios y paisajes de México y que pueda ser usado para fomentar la adaptación.

Materiales y métodos

Se compiló información cartográfica disponible generada en el Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo; con ella, se elaboró una base de datos cartográfica. Las variables climáticas fueron temperatura máxima, mínima, media, precipitación total anual. Los diferentes escenarios de cambio climático fueron HADGEM, ECHAM, MPI, GFDL, emisiones y concentraciones A2, B2, RCP8.5, RCP6.5, RCP4.5, SSP5_8.5 y horizontes de tiempo 2100, 2090, 2070, 2050 o 2030. Fue necesario homologar la cartografía al mismo sistema de coordenadas, proyección y datum. Al momento la mayoría de los estudios que se conocen en la universidad han sido elaborados a escala 1:250,000. Toda la cartografía se exportó y homologó al mismo formato requerido por el visor web, que es GeoJSON. El visor web contiene el desarrollo de programación en el software libre LeafLet 2.0 (Agafonkin, 2025). Se construyó un sitio web institucional que se encuentra disponible en: https://siacc.chapingo.mx/ y que contiene cinco elementos: Vulnerabilidad climática, Seguridad alimentaria, Suelos conservados, Bosques resilientes y Agricultura adaptada (Cuadro 1 y Figura 1). Particularmente en el tema de Geovisualizador de impactos se creo el sitio: http://geosiacc.com donde es posible observar la cartografía.

Resultados y discusión

En el portal Geovisualizador se muestran 384 mapas o cartografía dentro de cinco grandes temáticas: Vulnerabilidad climática, Seguridad alimentaria, Suelos conservados, Bosques resilientes y Agricultura adaptada. El cambio climático y sus impactos influyen en la dinámica de los paisajes y la generación de alimentos. Es fundamental atender tres necesidades básicas que requiere el sector: documentar los impactos actuales y los que se podrán presentar por cambio climático en la producción agrícola, hacer accesible la información a los usuarios que la requieren y además contar con un portafolio de medidas de adaptación en respuesta al cambio climático. El portal y el geovisualizador prometen contar con información útil y relevante para el sector.

Cuadro 1. Contenido de cartografía dentro del geovisualizador.

Temas dentro del Geovisualizador	Cartografía publicada
Vulnerabilidad climática	101
Suelos conservados	30
Bosques resilientes	31
Seguridad alimentaria	16
Agricultura adaptada	206
Total	384

Se espera que el portal y el geovisualizador permitan detonar bases para el fomento de medidas de adaptación al cambio climático en los paisajes y territorios nacionales, con especial énfasis en la producción agrícola y forestal del país (IPCC, 2023c). Es decir, se podrá consultar en un solo sitio información climática y de cambio climático que permita dimensionar la magnitud del problema.

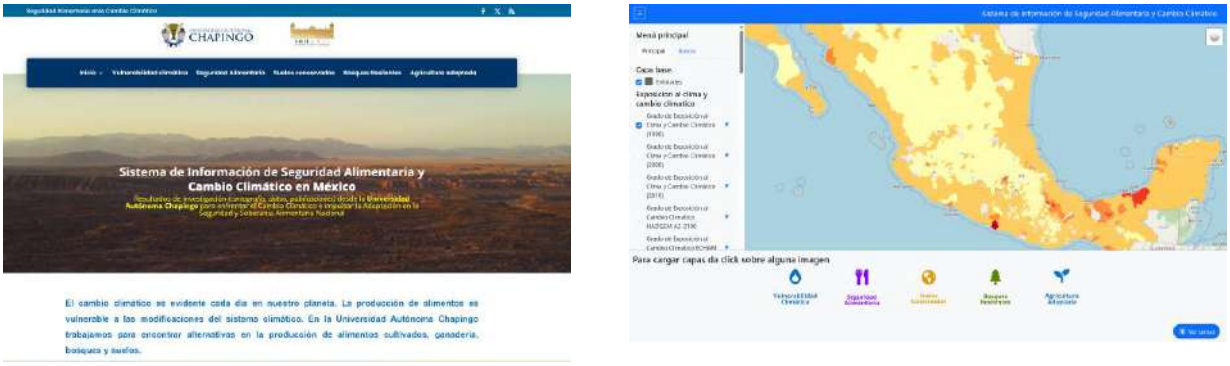


Figura 1. Elementos que componen el sistema de información (izquierda) y el geovisualizador (derecha) de mapas

Conclusiones

Es posible construir un geovisualizador que muestre cartografía histórica y actual sobre los impactos del cambio climático, particularmente sobre los suelos de México. En el país y en la Universidad se cuenta con información a diferentes escalas y con diversos propósitos que debe ser analizada para incluirse en sitios institucionales.

Literatura citada

Agafonkin, V. (2025). An open-source JavaScript library for interactive maps, Leaflet. Available at: https://leafletjs.com/ (Acceso: 17 April 2025).

IPCC. (2023a). Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. En Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. https://doi.org/10.1017/9781009325844

IPCC. (2023b). Contributors to the Working Group II Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report. En Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability (p. 2964). https://doi.org/10.1017/9781009325844.031

IPCC. (2023c). Food, Fibre and Other Ecosystem Products. En Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability (pp. 713–906). https://doi.org/10.1017/9781009325844.007

IRRADIANCIA CONNATURAL COMO MODULADOR DEL SISTEMA CLIMÁTICO

Jose A. Rueda-Barrientos[1]*, Miguel A. Sánchez-Hernández[1], Sergio Ramírez-Ordoñes[2] & Cecilio U. Aguilar-Martínez[1]

[1]Universidad del Papaloapan. Instituto de Agro-Ingeniería. Loma Bonita, Oax. [2]Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Chihuahua, Chih.

*jrueda@unpa.edu.mx

Introducción

La radiación solar es fundamental para supervivencia y evolución de los organismos vivos, mientras que la variación en la temperatura y la precipitación de cada sitio modulan el crecimiento de los cultivos y la disponibilidad de forraje para los animales domésticos. La distribución de plantas y animales domésticos (y silvestres) está directamente relacionada con la oscilación térmica de los nichos ecológicos que les albergan (Josephs, 2018). La continuidad en la expresión climática de un sitio promueve la formación de especies y razas criollas, que son producto de la adaptación evolutiva a la constancia en el ambiente físico. Este último, depende de la luz y el calor solares. La irradiancia connatural directa (ICD) viaja en línea recta desde el Sol hasta la superficie terrestre, incidiendo sobre un área de 60 km de diámetro. Este círculo se desplaza durante el día siguiendo la rotación del planeta, mientras que el ciclo anual de declinación solar meridional (DSM) modifica la latitud en la que ocurre la ICD (Rueda et al., 2024). El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la asociación entre la ICD y las constantes climatológicas, temperatura y precipitación pluvial, usando la DSM como indicador, para dos sitios del planeta localizados en los Trópico de Cancer y Capricornio. La presencia de dicha asociación apuntaría a la ICD como variable fundamental del sistema climático global.

Materiales y métodos

Se eligieron dos sitios: Shantou, China y San Pablo, Brasil, localizados en Trópico de Cáncer y Trópico de Capricornio, respectivamente; dado que se localizan en los extremos del ciclo de DSM. La DSM se estimó mediante el modelo geométrico (Spencer, 1971). Datos de temperatura, humedad y precipitación para 40 años (1986-2025) se obtuvieron de *Data Access Viewer* (NASA, s.f.) y se promediaron por día del año. Los datos referidos provienen de las simulaciones *Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications* (Gelaro et al., 2017).

Resultados y discusión

La importancia de la la ICD en las constantes climatológicas queda explicita en la Figura 1. En Shantou, la DSM se correlaciona en 0.81, 0.94 y 0.80 ($P<0.001$) con la temperatura superficial, la humedad relativa y la precipitación. En San Pablo, la DSM se correlaciona en 0.93, 0.03 y 0.79 ($P<0.001$) con las mismas variables.

El ciclo anual de DSM promueve un ciclo de acercamiento, ocurrencia y alejamiento de la ICD. Para sitios localizados en los Trópicos, dicho ciclo promueve a la par dinámicas de aumento, maximización y disminución de la temperatura superficial y la precipitación pluvial.

Mientras que el Sol proporciona directamente luz y calor, la disponibilidad de agua en tierra continental se debe al ciclo hidrológico global; un ciclo alimentado también por el calor solar (Trenberth et al., 2009). Sin el astro Sol, la tierra sería un planeta oscuro, frío, seco e inerte.

Conclusiones

La DSM puede utilizarse como variable indicadora de la ICD. Para los dos sitios explorados, localizados en los Trópicos de Cáncer y Capricornio, los ciclos de ICD varían en relación directamente proporcional con la temperatura superficial y la precipitación.

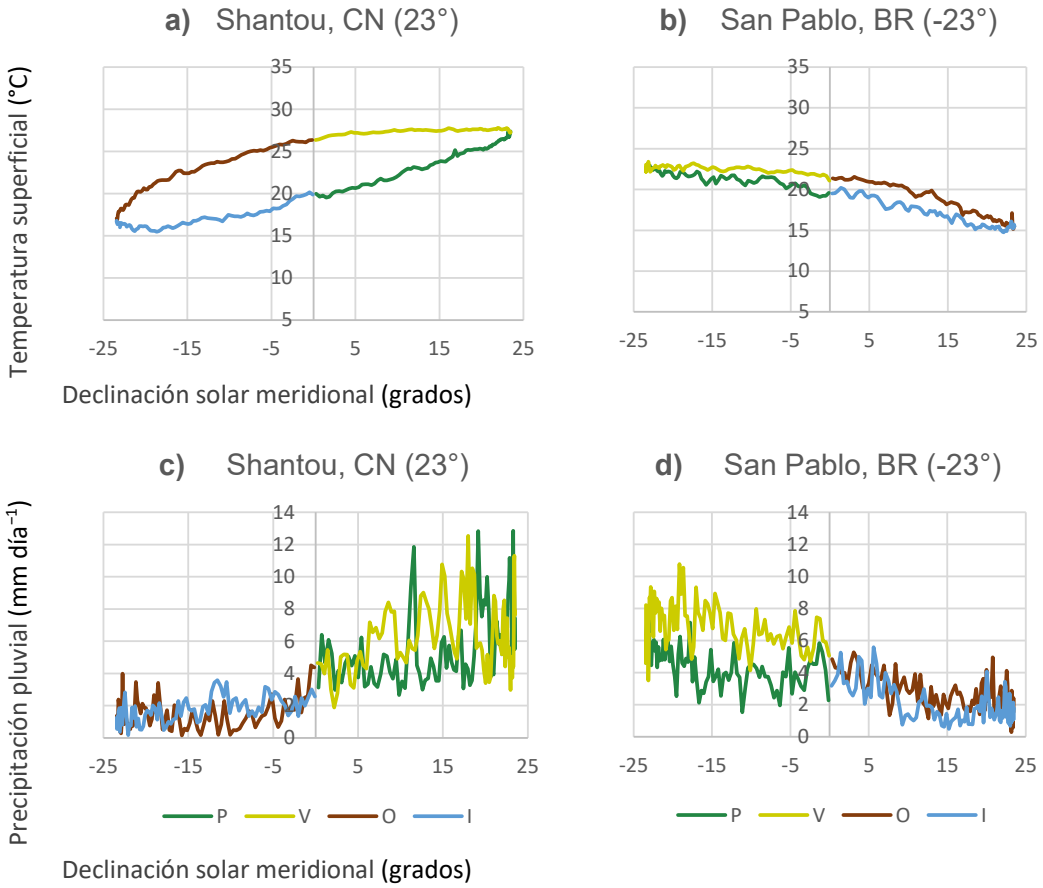


Figura 1. Variación en la *temperatura superficial* y la *precipitación pluvial* en función a la *declinación solar*, a lo largo del año gregoriano, incluyendo información de cuatro décadas (1986 a 2025)
P: primavera; V verano; O: Otoño; I: Invierno

Literatura Citada

Gelaro, R., McCarty, W., Suárez, M. J., Todling, R., Molod, A., Takacs, L., ... & Zhao, B. (2017) The modern-era retrospective analysis for research and applications, version 2. *Journal of Climate*, *30*(14), 5419-5454. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0758.1

Josephs, E. B. (2018). Determining the evolutionary forces shaping G × E. *New Phytologist*, 219(1), 31–36. https://doi.org/10.1111/nph.15103 .

NASA. (s.f.). *Power Data Access Viewer.* Consultado el 3 de enero de 2026, de https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/

Rueda, J. A., Ramírez, S., Sánchez, M. A., & Guerrero, J. D. (2024). Sun declination and distribution of natural beam irradiance on Earth. *Atmosphere*, 15 (8), 1003. https://doi.org/10.3390/atmos15081003

Trenberth, K., Fasullo J.T. & Kiehl J. (2009). Earth's global energy budget. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 90 (3), 311-324. https://doi.org/0.1175/2008BAMS2634.1

APLICACIÓN DEL MODELO SWAT EN LA SUBCUENCA VALLE DE BRAVO-AMANALCO

Ramírez-García Adán Guillermo[1]; Ruiz-García Víctor Higinio[2]; Corona-Ambriz Alejandro[1]; Martínez-Olaya José Ignacio *

[1]Programa de Posgrado en Ciencias Forestales y del Ambiente, [2]Programa de Posgrado en Ciencias en Agricultura Multifuncional para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo

*al24510456@chapingo.mx

Introducción

La subcuenca Valle de Bravo-Amanalco se ubica al suroeste del Estado de México e integra a 7 municipios; sin embargo, los mayormente extendidos son Valle de Bravo y Amanalco de Becerra (García-Martínez et al., 2024). Esta región aporta el 26% de la demanda hídrica de la Zona metropolitana de la Ciudad de Mexico (Santos-Téllez et al., 2021). En la actualidad la región presenta problemas en la gestión del territorio que generan decremento de la calidad agua de la zona. Adicionalmente la modificación de cobertura vegetal natural ocasiona cambios al ciclo hidrológico (Aboelnour et al., 2020) y disminución en la recarga hídrica. En consecuencia, el sistema de abastecimiento de agua Cutzamala presenta una condición de alta vulnerabilidad frente al cambio climático (Escolero et al., 2016) por lo cual resulta necesario realizar un diagnóstico de las condiciones de los recursos hídricos de la subcuenca. El objetivo del presente estudio es calibrar y validar el modelo SWAT en la subcuenca Valle de Bravo–Amanalco en dos escenarios temporales con el fin de simular el balance hídrico y aportar información relevante para la gestión sustentable del agua.

Materiales y métodos

Se realizó la calibración del Modelo SWAT con información acopiada de diferentes fuentes de dato: La representación topográfica de la cuenca se realizó a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) de 15 m de resolución, para el análisis de cobertura de suelo y vegetación el insumo consistió en dos capas de información ráster (Escenario 2000 y 2024); las cuales fueron generadas a partir de una reclasificación no supervisada de imágenes de satélite (Flores-Cesareo et al., 2020). La información edáfica se extrajo del Conjunto Nacional de Información Edafológica, escala 1:250, Serie III, mientras que la climática, del Sistema Meteorológico Nacional en combinación del Generador Estocástico de Tiempo Meteorológico: LARS-WG (Camargo-Bravo & García Cueto, 2012). La información relacionada a velocidad del viento y radiación solar se obtuvieron de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio - Predicción de Recursos Energéticos Mundiales (*NASA-POWER*) (Zapata et al., 2025).

Resultado y discusión

Se realizó la simulación del balance hídrico de la subcuenca Valle de Bravo Amanalco (Figura 1) delimitándola a 61,350 ha. Se observaron cambios en los patrones de uso del suelo entre los escenarios de 2000 y 2024 fenómeno documentado en los municipios de Valle de Bravo y Amanalco de Becerra. Se estimó que la precipitación promedio histórica de la región es de 1188 mm, con una desviación estándar de 103 mm, observando que los años 2000 y 2024, se desvían significativamente del patrón histórico. El comportamiento hidrológico de la subcuenca presenta una variabilidad a lo largo del periodo de análisis. El año con la mayor precipitación se observó en 1982 con un total de 1440 mm mientras que 2024 resultó el más seco, con 1013 mm. Al comparar los periodos 1981 al 2000 con 2001 al 2024, se observa que el primero presenta una mayor variabilidad en los flujos de agua con mayor cantidad de años humedad; por el contrario, el segundo tuvo con mayor frecuencia valores anuales de precipitación por debajo de la media.

Conclusiones

Los años 1982, 1991, 2005 y 2020 así como 2023 fueron años con una alta cantidad de humedad anual, mientras que 1989, 1999, 2014 y 2024 fueron años significativamente más secos. Las observaciones demuestran que a partir del año 2000 los valores de precipitación menores a 1150 mm anuales son más constantes. Respecto a la producción anual de agua, la subcuenca presentó

una disminución significativa en los años 2000 y 2024 respecto al promedio histórico, reflejo del impacto acumulado de los cambios en el uso del suelo y las condiciones climáticas.

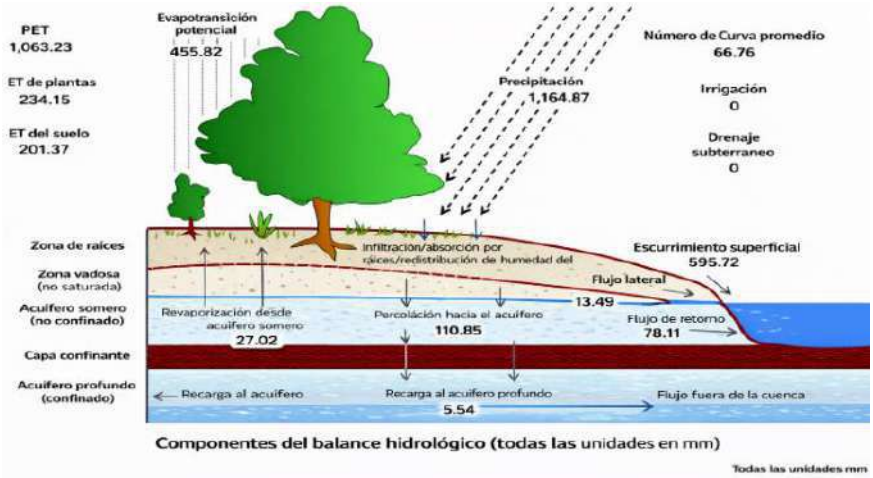


Figura.1. Salida del Modelo SWAT; Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco. Escenario 2000.

Literatura citada

Aboelnour, M., Gitau, M. W., & Engel, B. A. (2020). A comparison of streamflow and baseflow responses to land-use change and the variation in climate parameters using SWAT. *Water*, 12(1), 191. https://doi.org/10.3390/w12010191

Camargo-Bravo, A., & García-Cueto, R. O. (2012). Evaluación de dos modelos de reducción de escala en la generación de escenarios de cambio climático en el Valle de Mexicali en México. *Información Tecnológica*, 23(3), 11–20. https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000300003

Escolero, O., Kralisch, S., Martínez, S. E., & Perevochtchikova, M. (2016). Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68(3), 409–427. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94347938003

Flores-Cesareo, J. C., Bustamante González, A., Vargas López, S., Cajuste, L., Escobedo, F. J., & Valadez Ramírez, M. (2020). Cartografía del uso del suelo en la subcuenca Huaquechula, Puebla, México, con un índice combinado de imágenes de satélite. *Investigaciones Geográficas*, 101.

García-Martínez, R., Hernández-Soto, F. N., Emeterio-Moreno, J., & Colín-Velázquez, M. K. (2024). Diferencias en la fertilidad del suelo en cuatro plantaciones forestales comerciales de pino. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 15(85), 150–170. https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i85.1462

Santos Téllez, R. U., Medina Mendoza, R., & Rodríguez Varela, J. M. (2021). *Vulnerabilidad del Cutzamala*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/2257

Zapata, J. J. A., Casila, J. C. C., Kurniawan, T. A., & Haddout, S. (2025). *Analyzing historical and potential climate change impacts on monthly streamflow using SWAT+ in the Marikina River Basin, Philippines*. En J. C. Casila, A. Khajuria, & S. Memon (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Climate Change and Ocean Renewable Energy* (CCORE 2024). Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93887-0_23

REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE AGUACATE, CHAYOTE Y CAFÉ BAJO CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN VERACRUZ, MÉXICO

Víctor Higinio Ruiz-García[1*]; Alejandro Ismael Monterroso-Rivas[2]; Joel Pérez-Nieto[1]

[1]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo

*hruizgarcia@hotmail.com

Introducción

La agricultura en la zona centro del estado de Veracruz depende significativamente de la disponibilidad hídrica, particularmente en cultivos como el chayote (*Sechium edule*), aguacate (*Persea americana* var. Hass) y café bajo sombra (*Coffea arabica*). No obstante, el cambio climático está modificando los patrones de precipitación y temperatura, incrementando la evapotranspiración y reduciendo la precipitación efectiva, lo que compromete la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Diversos estudios han demostrado que el aumento de la temperatura proyectado incrementa los requerimientos hídricos de los cultivos debido a mayores tasas de evapotranspiración (Yadav y Singh, 2025), mientras que la variabilidad en la precipitación intensifica el riesgo de déficit hídrico (Şen, 2023).

La modelación mediante el modelo CROPWAT permite estimar la evapotranspiración de referencia (ETo), los requerimientos de agua del cultivo (CWR) y las necesidades reales de riego (IWR), integrando variables climáticas, coeficientes de cultivo y propiedades del suelo (Allen et al., 1998; Solangi et al., 2022). Bajo escenarios de cambio climático, esta herramienta es esencial para anticipar incrementos en la demanda de riego y diseñar estrategias de adaptación (Şen, 2023). El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto del cambio climático en los requerimientos hídricos y en la reducción potencial del rendimiento de los cultivos mencionados en las microcuencas de Huatusco y Coscomatepec, Veracruz.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en las microcuencas de Huatusco y Coscomatepec, Veracruz, caracterizadas por climas semicálido húmedo y templado húmedo, con precipitaciones anuales entre 1,750 y 1,900 mm. Se emplearon datos climáticos históricos del periodo 1980–2010 y se utilizaron proyecciones futuras (2081–2100) bajo el escenario SSP5-8.5 del CMIP6, considerando los modelos MIROC6, MRI-ESM2-0 y CNRM-ESM2-1. La evapotranspiración de referencia (ETo) se estimó mediante el método Penman-Monteith (Allen et al., 1998). Los coeficientes de cultivo (Kc) fueron ajustados con base en condiciones locales de humedad relativa, velocidad del viento y altura del cultivo, siguiendo recomendaciones metodológicas para mejorar la precisión del modelo (Solangi et al., 2022). Se incorporaron parámetros edáficos como capacidad de campo, punto de marchitez permanente y agua total disponible, dado que la textura y profundidad del suelo influyen directamente en la disponibilidad de humedad para el cultivo. El modelo CROPWAT permitió calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc), los requerimientos hídricos (CWR), lámina bruta y las necesidades reales de riego (IWR). La programación de riego se estableció considerando el agotamiento crítico de humedad del suelo y una eficiencia de aplicación del 70%, criterio ampliamente utilizado en estudios de demanda hídrica bajo escenarios de cambio climático (Şen, 2023).

Resultados y discusión

Los escenarios proyectan una disminución de la precipitación total entre 269 y 575 mm, junto con un incremento térmico de 4-5 °C. Este aumento de temperatura genera mayores tasas de evapotranspiración, fenómeno que diversos autores identifican como el principal factor de incremento en la demanda hídrica (Yadav y Singh, 2025).

En el cultivo de chayote, el CWR aumentó entre 14 y 19% respecto a la línea base, mientras que el IWR se incrementó entre 93 y 122%. Este comportamiento refleja una transición hacia una mayor dependencia del riego, los resultados coinciden con estudios que reportan aumentos significativos de las necesidades de riego bajo escenarios SSP5-8.5 (Şen, 2023).

En aguacate, el CWR aumentó entre 41 y 57%, y el IWR entre 57 y 72%, indicando un déficit hídrico significativo cuando la precipitación efectiva no logra cubrir la ETc. Este patrón ha sido documentado en otros cultivos bajo condiciones de cambio climático (Solangi et al., 2022).

En el caso del café bajo sombra, el sistema pasó de presentar superávit hídrico en condiciones actuales a requerir hasta 410 mm de riego en el escenario más crítico. Este cambio evidencia que incluso sistemas tradicionalmente dependientes de lluvia necesitaran aplicación necesaria de riego bajo condiciones de cambio climático (Yadav y Singh, 2025).

En términos de productividad, la falta de adaptación en la gestión del riego podría generar pérdidas acumuladas importantes. El chayote podría duplicar su reducción actual de rendimiento, el aguacate incrementaría sus pérdidas hasta en 142% respecto a la línea base y el café alcanzaría reducciones cercanas al 16%. Estas tendencias coinciden con estudios que vinculan directamente el incremento de temperatura con reducciones de rendimiento agrícola cuando no se compensa el déficit hídrico (Yadav y Singh, 2025).

Conclusiones

El cambio climático incrementará significativamente los requerimientos hídricos de los cultivos evaluados en la región centro de Veracruz. El aumento de la temperatura constituye el principal factor de presión sobre la demanda de agua, al intensificar la evapotranspiración. El café bajo sombra muestra una transición crítica de superávit a déficit hídrico significativo. El aguacate presenta alta vulnerabilidad en etapas fenológicas clave, mientras que el chayote requerirá incrementos sustanciales en la lámina de riego. Sin estrategias de adaptación basadas en programación técnica del riego y eficiencia en la aplicación del agua, las pérdidas productivas podrían comprometer la sostenibilidad regional. La modelación con CROPWAT constituye una herramienta fundamental para anticipar escenarios y diseñar planes de manejo hídrico resilientes.

Literatura citada

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper 56). FAO.

Şen, B. (2023). Determining the changing irrigation demands under climate change scenarios with the CROPWAT model. *Water*, 15, 4215.

Solangi, G. S., Shah, S. A., Alharbi, R. S., Panhwar, S., Keerio, H. A., Kim, T. W., et al. (2022). Investigation of irrigation water requirements using the CROPWAT model based on climate data. *Water*, 14, 2578.

Sridhara, S., et al. (2025). Assessing future crop water demand under CMIP6 climate projections using CROPWAT simulations. *Agricultural Water Management*, 318, 109720.

Yadav, A., & Singh, R. M. (2025). Forecasting future climate and agricultural water demand under climate change scenarios. *Modeling Earth Systems and Environment*, 11, 160.

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA DE SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JUAN, QRO

Freddy Arroyo-García[1]; Genaro Aguilar-Sánchez[2]*
[1]Departamento de Suelos. [2]Posgrado en Desarrollo Rural Regional.
Universidad Autónoma Chapingo
gaguilars@chapingo.mx

Introducción

La erosión del suelo es uno de los principales problemas ambientales a nivel global, causando la pérdida de fertilidad y el aumento en la producción de sedimentos (Arias-Muñoz et al., 2023). En México se reporta que alrededor del 76% del territorio nacional experimenta erosión en algún grado; siendo los más comunes leve (37.06%) y moderado (26.37%). En menor proporción, se encuentran los grados extrema (6.79%), fuerte (5.79%), suelo estable (4.65%) y zonas de exclusión (19.35%) (Bolaños-González et al., 2016). En la actualidad, el daño causado por la erosión hídrica se hace cada vez más evidente; los fenómenos climáticos se presentan con mayor intensidad e irregularidad. Esta situación se traduce en problemas económicos, sociales y ecológicos, causando serias afectaciones hacia las comunidades rurales, que dependen directamente de la productividad agrícola y de la disponibilidad de agua, tanto en cantidad como en calidad (Cotler et al., 2020). Desde esta perspectiva, el estudio de este fenómeno resulta ser fundamental para comprender los procesos de degradación ambiental asociadas al cambio de uso del suelo. En el sur de Querétaro esta problemática se ve acentuada debido a su amplio dinamismo económico-territorial y a la limitada disponibilidad de información técnica a nivel de subcuenca. El objetivo de esta investigación fue realizar una estimación comparativa de la erosión hídrica del suelo de la subcuenca del Rio San Juan, mediante el modelo de Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Modificada (MUSLE) y el de Erosión y Deposición Basada en la Potencia de la Corriente Unitaria (USPED), con la finalidad de generar información que sirva para identificar áreas más susceptibles a la erosión y proveer información técnica que pueda facilitar futuros trabajos de planeación.

Materiales y métodos

Mediante Sistemas de Información Geográfica se realizó la delimitación de la subcuenca del Rio San Juan, Estado de Querétaro, así como la obtención y sistematización de información cartográfica de los recursos naturales. Se diseñó un muestreo representativo de suelos en el área de estudio con base en lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. El trabajo de campo se llevó a cabo del 30 de junio al 4 de julio del 2025, periodo durante el cual se recolectaron muestras de suelos en distintos puntos. Posteriormente, éstas fueron enviadas al Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal, con el propósito de verificar y descartar posibles inconsistencias en la determinación de la textura realizada en campo. Esta determinación se efectuó mediante el método de Bouyoucos, los resultados fueron incorporados al factor K en ambos modelos: MUSLE, descrito por Prado-Hernández et al. (2017) y el USPED (Mitasova et al., 1996). La obtención de los demás factores para ambos modelos se realizó mediante procesos de fotointerpretación y teledetección.

Resultados y discusión

Las áreas con mayor y mejor cobertura vegetal tuvieron menores tasas de desprendimiento, en tanto que las áreas con poca cobertura y zonas de cultivo de temporal registraron mayores tasas de erosión. Ambos modelos detectaron niveles bajos de erosión a las zonas agrícolas de riego, situados en las partes bajas de las colinas y montañas. En particular, USPED detectó la zona como área leve de sedimentación, lo que explica el desprendimiento nulo detectado por MUSLE. Estos resultados resaltan la importancia de optimizar esta base técnica para la planeación y

gestión de medidas de conservación de suelos, así como para el control de sedimentos en el área de estudio.

Cuadro. 1 Niveles presentes de erosión hídrica del suelo en la subcuenca del Rio San Juan, Querétaro

Área de estudio	Nivel de erosión (ton/ha/año)	MUSLE (Desprendimiento) Área (ha)	Área (%)	USPED (Desprendimiento) Área (ha)	Área (%)	USPED (Deposición) Área (ha)	Área (%)
Subcuenca del Río San Juan	0 – 10	81001.30	0.50	15692.33	0.10	30246.50	0.19
	10 – 50	31226.58	0.19	22176.53	0.14	8561.27	0.05
	50 – 200	37835.50	0.24	20574.10	0.13	9281.62	0.06
	> 200	10594.50	0.07	32434.80	0.20	21690.76	0.14
Total	—	160657.89	1.00	90877.76	0.57	69780.15	0.43

Conclusiones

La aplicación conjunta de los dos modelos permitió obtener interpretaciones más consistentes y representativas del comportamiento real del terreno al reconocer patrones comunes entre el uso de suelo y los niveles de erosión asociados. Estos resultados reafirman la importancia de la vegetación como protectora del suelo, ya que reduce la energía del flujo superficial y la erosión.

Literatura citada

Arias-Muñoz, P., Saz, M. A., y Escolano, U. S. (2023). Estimation of soil erosion through the RUSLE model. Case study: upper-middle basin of Mira River in Andean-Ecuador. *Investigaciones Geográficas (España)*(79), 207-230. https://doi.org/10.14198/INGEO.22390

Bolaños-González, M. A., Paz Pellat, F., Cruz Gaistardo, C. O., Argumedo Espinoza, J. A., Romero Benítez, V. M., y de la Cruz Cabrera, J. C. (2016). Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoamericana, 34*(3), 271-288. https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00271.pdf

Cotler, H., Corona, J. A., y Galeana-Pizaña, J. M. (2020). Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación. *Investigaciones Geográficas* (101). https://doi.org/10.14350/rig.59976

Mitasova, H., Hofierka, J., Zlocha, M., y Iverson, L. R. (1996). Modeling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *Int. Journal of Geographical Information Science, 10*(5), 629-641. https://doi.org/10.1080/02693799608902101

Prado-Hernández, J. V., Rivera-Ruiz, P., León-Mojarro, B., Carrillo-García, M., y Martínez-Ruiz, A. (2017). Calibración de los modelos de pérdidas de suelo USLE y MUSLE en una cuenca forestal de México: caso El Malacate. *Agrociencia, 51*(3), 265-284. https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1291/1291

APORTES ECOLÓGICOS Y SOCIALES PARA LA CONSERVACIÓN DE *Clinopodium mexicanum* EN LOS ECOSISTEMAS REGIONALES

Judith Morales-Barrera[1*]; Blas Cruz-Lagunas[2]; Elías Hernández-Castro[1]; Oscar Javier Ayala-Garay[3]; Vania Jiménez-Lobato[4]; Paulino Sánchez-Santillán[5]

[1]Doctorado en Sostenibilidad de los Recursos Agropecuarios. [2]Faculdad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero.
[3]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. [4]Escuela Superior de Desarrollo Sustentable, [5]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma de Guerrero,
*10091337@uagro.mx

Introducción

Clinopodium mexicanum (Benth.) Govaerts es una planta medicinal endémica de México (Martínez-Gordillo et al., 2017), reconocida por su relevancia ecológica y su uso tradicional en comunidades rurales debido a sus propiedades terapéuticas. En el estado de Guerrero, esta especie es recolectada principalmente a partir de poblaciones silvestres, lo que ha incrementado la presión sobre sus poblaciones naturales. Diversos habitantes locales han señalado una disminución progresiva en el número de ejemplares disponibles en campo, atribuida principalmente a la extracción intensiva (Hernández-Ramírez et al., 2022). A pesar de su importancia, actualmente existe un vacío de información científica a nivel nacional sobre la distribución geográfica y abundancia en condiciones naturales de *C. mexicanum*. En este contexto, estudios regionales resultan fundamentales para generar bases de conocimiento que contribuyan a su conservación. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la situación ecológica y social actual de *C. mexicanum* en el estado de Guerrero, mediante el análisis de su distribución, abundancia, estructura poblacional y el conocimiento local asociado.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en cinco localidades de Guerrero, México (Amojileca, Chichihualco, Jalapa, El Potrero y Pantitlán), pertenecientes a distintos municipios. Los sitios se seleccionaron mediante muestreo dirigido con apoyo de habitantes locales. En cada localidad se efectuaron recorridos de campo y unidades de muestreo para registrar la presencia de *C. mexicanum*, estimar su abundancia relativa y describir su estructura poblacional mediante categorías de desarrollo. Además, se aplicaron cuestionarios semiestructurados a pobladores locales para documentar el conocimiento tradicional, usos medicinales y percepción sobre su disminución, siguiendo las recomendaciones de Martínez (1998).

Resultados y discusión

Clinopodium mexicanum se registró en las cinco localidades evaluadas, aunque su presencia fue restringida a sitios específicos dentro de cada municipio, lo que evidencia una distribución localizada y fragmentada en el estado. En total se contabilizaron 74 ejemplares, observándose una mayor abundancia en dos de las localidades, mientras que en el resto las poblaciones fueron considerablemente menores.

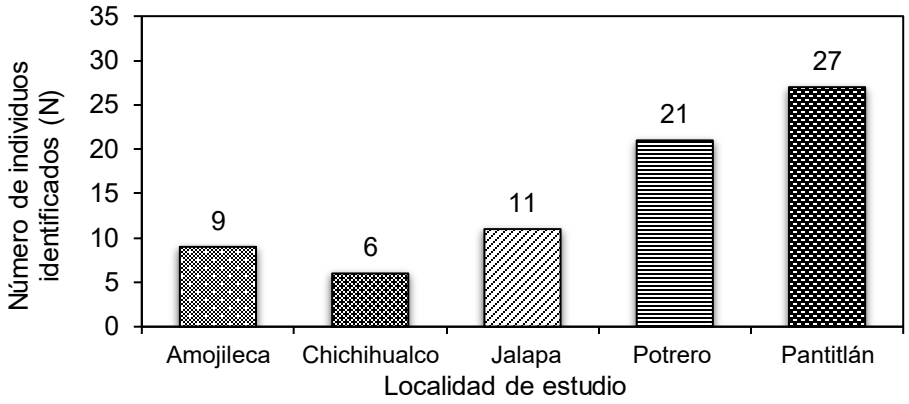


Figura 1. Abundancia de individuos de *Clinopodium mexicanum* registrados en cinco localidades del estado de Guerrero, México, durante muestreos dirigidos realizados en 2024-2025.

La población se caracterizó por el predominio de individuos juveniles y adultos, con una presencia prácticamente nula de plántulas (solo un individuo registrado), lo cual indica limitaciones en el reclutamiento natural y posibles implicaciones para la persistencia a largo plazo. Las personas entrevistadas reconocieron el valor medicinal y cultural de la especie y reportaron una disminución reciente en su disponibilidad, atribuida a la extracción intensiva y a disturbios como deforestación, incendios y pastoreo. En conjunto, la evidencia ecológica y social sugiere un estado vulnerable de las poblaciones silvestres de *Clinopodium mexicanum* en Guerrero.

Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian que las poblaciones silvestres de *Clinopodium mexicanum* en Guerrero presentan una distribución localizada, baja abundancia y una presencia prácticamente nula de plántulas, lo que sugiere limitaciones en la regeneración natural y un posible riesgo para su permanencia a largo plazo. El conocimiento local confirma una percepción generalizada de disminución de la especie, atribuida principalmente a la extracción intensiva y a disturbios ambientales. En este contexto, resulta prioritario implementar estrategias de conservación y manejo sustentable, incluyendo alternativas de aprovechamiento y acciones de protección de su hábitat, con el fin de reducir la presión sobre las poblaciones naturales.

Literatura citada

Hernández-Ramírez, U., Trujillo-Nájera, M., Romero-Rosales, T., Huicochea Moctezuma, A., Adame Zambrano, T. D. J., & Gruintal-Santos, M. A. (2022). Percepción local de los usos y situación ambiental y económica del toronjil (Lamiaceae) en tres comunidades del estado de Guerrero, México. *Polibotánica*, (54), 257-269.

Martínez, M. (1998). *La investigación cualitativa etnográfica en educación*. *Tercera edición. México*:*Trillas*. (pp. 65-68).

Martínez-Gordillo, M., Bedolla-García, B., Cornejo-Tenorio, G., Fragoso-Martínez, I., García-Peña, M. D. R., González-Gallegos, J. G., & Zamudio, S. (2017). Lamiaceae de México. *Botanical Sciences*, *95*(4), 780-806.

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL Y CAMBIO DE USO DE SUELO DE *Juniperus angosturana* R.P. ADAMS EN EL ESTADO DE HIDALGO

Diego Carrillo-Martinez[1*]; Ro Linx Granados-Victorino[2]; Diódoro Granados-Sánchez[1]; Joaquín Parra Álvarez[2]; Saúl Castañeda-Díaz[2]; Enrique Guízar-Nolazco[1]

[1]División de Ciencias Forestales; [2]Departamento de Preparatoria Agrícola, Área de Biología, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.

*diego04carrilloo@gmail.com

Introducción

Juniperus angosturana R.P. Adams es una especie de la familia Cupressaceae, endémica de México, se encuentra en zonas montañosas y semiáridas del país; se desarrolla en altitudes desde 1100-2140 msnm, en matorrales abiertos o bosques de Pino-Enebro y matorrales esclerófilos (Farjon, 2005). De acuerdo con la IUCN (2024), *J. angosturana* se encuentra en categoría de vulnerable, por lo tanto su riesgo de extinción es alto en estado silvestre; por su parte los modelos de distribución potencial permiten estimar la idoneidad ambiental para las especies a partir de variables climáticas y puntos de presencia, constituyendo herramientas fundamentales para la conservación (Ferrier & Guisan, 2006). En este contexto, el objetivo de este trabajo es estimar la distribución potencial de *J. angosturana* en el Valle del Mezquital, mediante el uso de herramientas de modelado de nicho ecológico y análisis geoespacial, con el fin de identificar áreas prioritarias para su conservación.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Valle del Mezquital, Hidalgo, región semiárida con altitudes entre 415 y 3,192 msnm, predominan climas BS1kw y BS1hw según García-CONABIO (1998); precipitación media anual de 332 a 602 mm. y una cobertura vegetal compuesta principalmente por matorral xerófilo y vegetación secundaria arbustiva (INEGI, 2021). Se recopilaron registros de presencia de *J. angosturana* a partir de bases de datos biológicas (GBIF, iNaturalist y Red de Herbarios Mexicanos), literatura científica y muestreos de campo realizados en municipios del valle. Se integraron variables ambientales en formato raster correspondientes a temperatura mínima, media y máxima, precipitación anual, altitud y tipo de suelo, obtenidas de estaciones meteorológicas, cartografía de INEGI y verificación en campo. Con estos datos se obtuvo la distribución potencial de la especie mediante el software MaxEnt 3.4.4. Las capas fueron estandarizadas a la misma resolución espacial y se generó un mapa de probabilidad de ocurrencia con valores entre 0 y 1. Posteriormente, mediante SIG, se aplicó una máscara de exclusión espacial utilizando la Serie VII de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI para eliminar áreas transformadas por agricultura, asentamientos humanos y zonas sin cobertura vegetal, con el fin de evitar sobreestimaciones de la superficie ambiental idónea.

Resultados y discusión

El modelo de distribución potencial generado con MaxEnt presentó valores de probabilidad de ocurrencia entre 0 y 0.9997 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), identificando una superficie de hábitat climático idóneo de 116,560 ha en 14 municipios del estado de Hidalgo; sin embargo, los registros actuales solo confirman su presencia dentro del Valle del Mezquital. Las variables ambientales con mayor contribución al modelo fueron la precipitación media anual y la temperatura mínima, seguidas por el tipo de suelo. La especie mostró mayor idoneidad en zonas con precipitaciones entre 500–600 mm, temperaturas mínimas promedio de 4–5 °C y suelos Regosol, Luvisol y Phaeozem.

Tras aplicar la máscara de exclusión de uso de suelo, la superficie potencial se redujo a 89,650 ha, eliminando principalmente zonas agrícolas y asentamientos humanos. Esta reducción

evidencia el impacto del cambio de uso de suelo sobre la disponibilidad de hábitat adecuado, situación previamente documentada para el Valle del Mezquital, donde la expansión agrícola ha transformado extensas áreas de vegetación natural, además confirma la alta vulnerabilidad de la especie frente a la fragmentación y respalda el porqué de su categoría de riesgo.

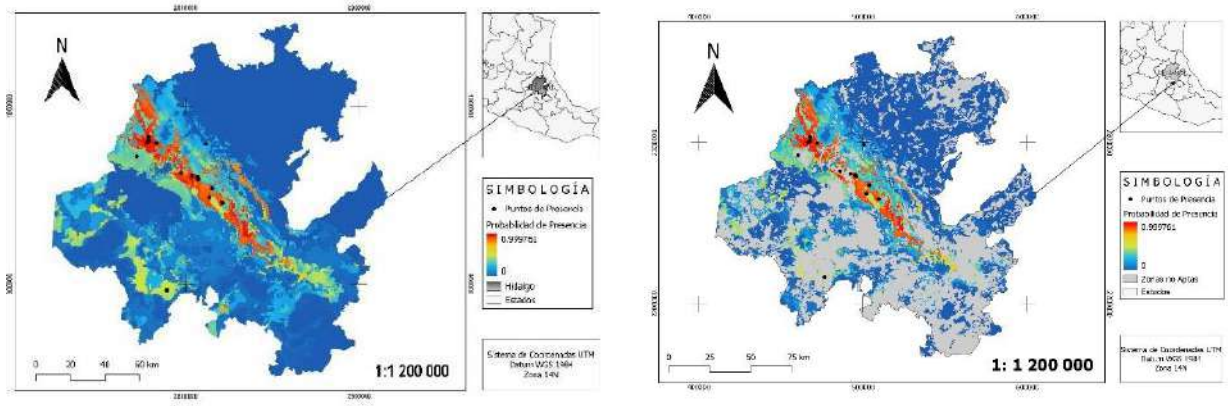


Figura 1. Distribución potencial de *J. angosturana* en Hidalgo (a) Distribución potencial *J. angosturana* excluyendo zonas no aptas (b)

Conclusiones

La distribución potencial de *J. angosturana* indica que el hábitat adecuado para la especie se extiende a lo largo de la zona semiárida del Valle del Mezquital, desde El Arenal hasta Zimapán y Pacula. No obstante, la distribución actualmente conocida es considerablemente más restringida, lo que sugiere la presencia de barreras geográficas, microambientales o biológicas que limitan su establecimiento y desarrollo, además del impacto derivado del cambio de uso de suelo. Tanto la distribución potencial como la distribución conocida de *J. angosturana* son fragmentadas, lo que refleja la vulnerabilidad de la especie en el estado y toma especial relevancia dado que se trata del límite sur de su distribución, pues pone en riesgo genotipos únicos para la especie. Estos resultados resaltan la necesidad de implementar estrategias de conservación y manejo orientadas a mantener la conectividad del hábitat y reducir las presiones derivadas de la transformación del paisaje.

Literatura citada

Farjon, A. (2005). *A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*. https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-TEST:233737/Description

Ferrier, S., & Guisan, A. (2006). Spatial modelling of biodiversity at the community level. *Journal of Applied Ecology*, *43*(3), 393–404. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01149.x

García, E., & CONABIO. (1998). *Climas (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/climas/clima1mgw

INEGI. (2021). *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.', escala: 1:250 000. Edición: 1.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/inegi/usv250s7gw

IUCN. (2024). *The IUCN Red List of Threatened Species: Juniperus angosturana*. IUCN Red List of Threatened Species. https://www.iucnredlist.org/en

CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES DESAFÍOS DE LA PRODUCCIÓN DE FRAMBUESA

Dulce Esmeralda Almaraz-Ruiz[1]*; María Isabel Palacios-Rangel[1]; Jorge Aguilar Ávila[1]; Félix Rafael Ramírez Árpide[2]
[1]Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. [2]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria.
Universidad Autónoma Chapingo.
dulce.almaraz@ciestaam.edu.mx

Introducción

En una sociedad creciente que se enfrenta a desafíos como la escasez de recursos y el cambio climático, se requieren modelos agrícolas sostenibles que garanticen la seguridad alimentaria y, al mismo tiempo, incorporen el análisis de impactos ambientales y económicos (Rabbi & Amin, 2024). El sector primario representa un pilar de la economía mexicana, ya que la agricultura aporta el 3.8% del PIB (INEGI, 2024). En especial, la "agricultura protegida" destaca por su capacidad para optimizar recursos e insumos, impulsando la producción de diversos cultivos de alto valor, entre los que destaca la frambuesa (Grover *et al.,* 2024), pero también por los impactos negativos que genera. Por ello, el objetivo es identificar los principales desafíos asociados a la producción de frambuesa, mediante un análisis multicriterio basado en el método PROMETHEE II, con el fin de proponer mejoras en el sector.

Materiales y métodos

A partir de la revisión de la literatura especializada se identificaron desafíos asociados a la producción de frambuesa en México. Posteriormente, éstos se priorizaron con la participación de 24 actores clave (industria, gobierno, academia y productores), quienes evaluaron cada desafío en una escala de 1 a 5 considerando criterios de importancia, factibilidad, impacto, interdependencia y urgencia, mediante una matriz multicriterio basada en el Método PROMETHEE II (Hermenegildo & Osuna, 2013). La base de datos obtenida se procesó en el software Smart Picker, asignando ponderaciones iguales a los criterios para evitar sesgos en la jerarquización y determinar los desafíos más relevantes (Muñoz & Kazakov, 2024).

Resultados y discusión

Se identificaron quince desafíos en la producción de frambuesa correspondientes a los ejes ambiental, económico y social (Figura 1). La priorización de estos desafíos reveló que, en el ámbito ambiental, la gestión del recurso hídrico y la degradación del suelo concentran la mayor preocupación por su efecto directo en la productividad, mientras que problemáticas como el uso de agroquímicos y el cambio climático reciben menor atención, pese a su relevancia documentada (Figura 2) (Alhashim *et al.,* 2021). Económicamente, predominan las inquietudes con la intermediación comercial, los costos de producción y las limitaciones de financiamiento, factores que reducen márgenes e inversión (Rivera-Padilla, 2023). Socialmente se reconoce la importancia del cumplimiento normativo y la capacitación para acceder a mercados. En conjunto, los resultados evidencian que la percepción y priorización de los desafíos varían entre los distintos tipos de actores consultados, lo que refleja la diversidad de intereses y responsabilidades dentro de la cadena productiva.

Conclusiones

La producción de frambuesas en México enfrenta retos en los ámbitos ambiental, económico y social. Destacan, la gestión del agua y la degradación del suelo. La intermediación y los altos costos, pese a reducir la rentabilidad, reciben una menor valoración. La mejora de la sostenibilidad del sistema requiere acciones integrales que combinen el manejo ambiental, fortalecimiento organizativo y apoyo institucional.

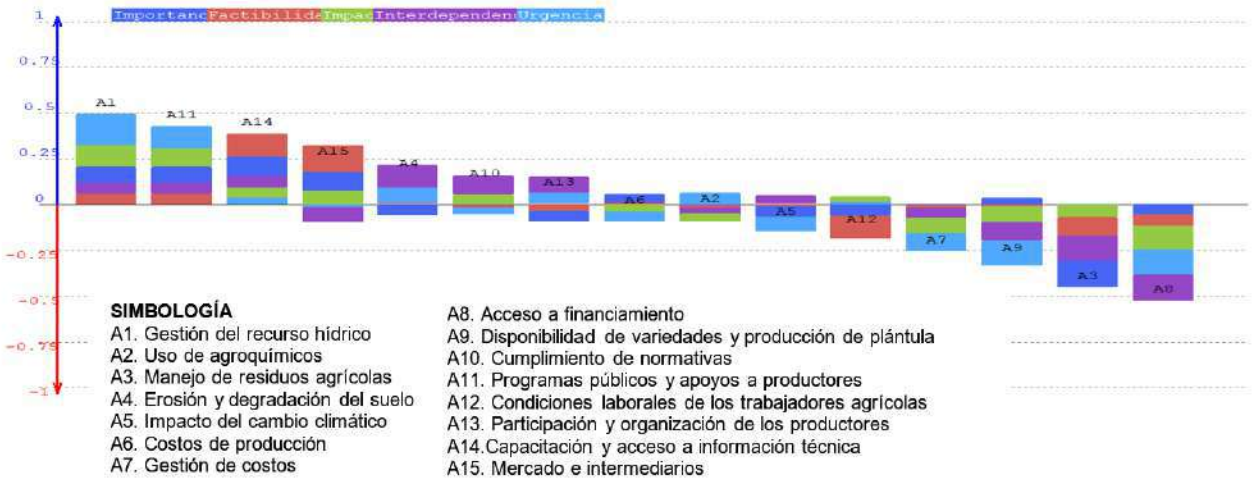


Figura 2. Desafíos identificados en la producción de frambuesa en México

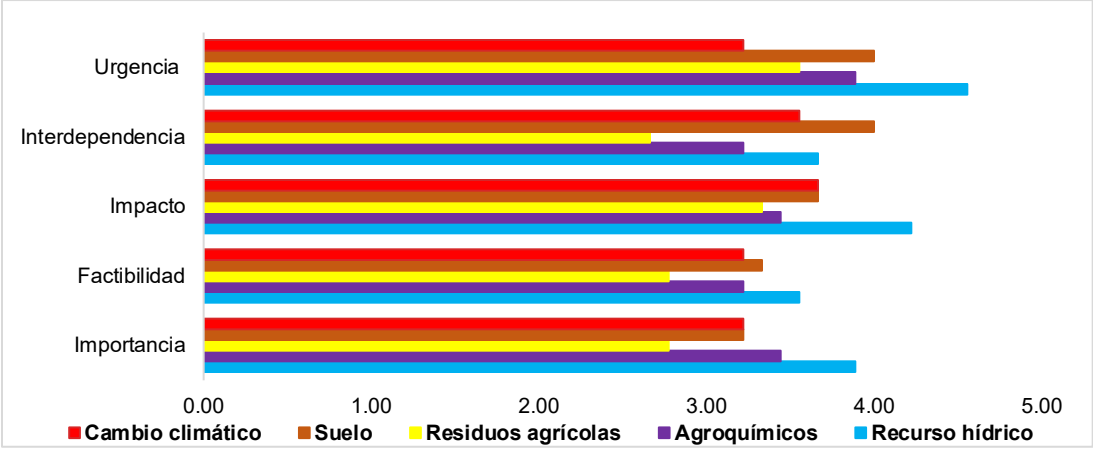


Figura 3. Priorización de los principales desafíos ambientales en la producción de frambuesa en México

Literatura citada

Alhashim, R., Deepa, R., & Anandhi, A. (2021). Environmental impact assessment of agricultural production using lca: A review. *Climate*, *9*(11). https://doi.org/10.3390/cli9110164

Grover, D., Mishra, A. K., Rani, P., Kalonia, N., Chaudhary, A., & Sharma, S. (2024). Soil Management in Sustainable Agriculture: Principles and Techniques. In P. Kumar & Aishwarya (Eds.), *Technological Approaches for Climate Smart Agriculture*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52708-1

Hermenegildo, M. V., & Osuna, Y. (2013). Metodología de análisis multicriterio aplicación al crecimiento sostenible en la Unión Europea. *Rev. de Investigación de La Fac. de Ciencias Administrativas*, *16*(31), 19–28.

INEGI. (2024). *Producto Interno Bruto*. https://www.inegi.org.mx/temas/pib/

Rabbi, M. F., & Amin, M. Bin. (2024). Circular economy and sustainable practices in the food industry: A comprehensive bibliometric analysis. *Cleaner and Responsible Consumption*, *14*(March), 100206. https://doi.org/10.1016/j.clrc.2024.100206

Rivera-Padilla, A. (2023). Market power, output, and productivity. *Economics Letters*, *232*, 111318. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2023.111318

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO SOBRE LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO *IN SITU* DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus Z.*)

Gwendolyn L. Almaraz-Cordova[1*]; Saúl Ugalde-Lezama[1], Eliseo Hernández-Hernández[2]; Eduardo Valdés-Velarde[2]; Idalia Zaragoza-Hernández[2]; Yadhira D. Morán-Villa[3]

[1]Departamento de Suelos; [2]Departamento de Fitotecnia; [3]Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo.

*gwenalm96@gmail.com

Introducción

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus Z.*) posee una alta relevancia en México, país que alberga 14 subespecies, de las cuales ocho son endémicas (Serna-Lagunes et al., 2018). No obstante, la dispersión de la literatura científica sobre su conservación y aprovechamiento dificulta reconocer los avances consolidados en la investigación. El análisis bibliométrico permite solventar esta limitación al identificar patrones y líneas de investigación. En consecuencia, el objetivo de este trabajo fue evaluar la evolución de la investigación y las áreas temáticas de la investigación sobre la conservación y aprovechamiento *in situ* de la especie en México a través de un análisis bibliométrico.

Materiales y métodos

La recopilación de datos se realizó el 28 de octubre de 2025 a través de la base de datos Scopus, se incluyeron documentos del periodo 1984-2025. La ecuación de búsqueda empleada fue: TITLE-ABS-KEY (("Odocoileus virginianus" OR "Odocoileus virginianus texanus" OR "Odocoileus virginianus couesi" OR "Odocoileus virginianus sinaloae" OR "Odocoileus virginianus mexicanus" OR "Odocoileus virginianus veraecrucis" OR "Odocoileus virginianus yucatanensis" OR "Odocoileus virginianus oaxacensis" OR "Odocoileus virginianus acapulcensis" OR "Odocoileus virginianus carminis" OR "Odocoileus virginianus miquihuanensis" OR "Odocoileus virginianus nelsoni" OR "Odocoileus virginianus thomasi" OR "White-tailed deer") AND ("Mexico" OR "Dry tropical forests" OR "Temperate forests" OR "Xeric shrubland" OR "Thorny scrubland" OR "Matorral shrubs") AND ("Management" OR "Conservation" OR "Reprodutive state" OR "Reproduction" OR "Physiological state" OR "Hunting" OR "Habitat management" OR "Carrying capacity" OR "Diet" OR "Population" OR "Thermoregulation site")). Se analizó la producción científica histórica y se identificaron grupos temáticos mediante un análisis de clústeres basado en la técnica bibliométrica de co-ocurrencia de palabras clave en VOSviewer (Gálvez-Sánchez & Lara-Rubio, 2021).

Resultados y discusión

Se obtuvieron un total de 201 resultados relacionados con el tema. La producción científica mostró tres etapas de desarrollo (Figura 1A): 1) emergencia (1984-2000), 2) crecimiento (2001-2009) y consolidación (2010-2025). El análisis de co-ocurrencias identificó cuatro grupos temáticos (Figura 1B): 1) manejo y conservación (rojo), 2) salud animal (verde), 3) herbivoría y dinámica forestal (azul), y 4) gestión de recursos alimenticios (amarillo). El clúster de manejo y conservación fue el más robusto, sobresalen estudios sobre abundancia, patrones de actividad y coexistencia con otros grandes mamíferos, integrando además el conocimiento tradicional y la caza de subsistencia como pilares del manejo en regiones como Oaxaca y Yucatán (López-Tello et al., 2025). Por su parte, el grupo de salud animal enfatiza la importancia de la vigilancia epidemiológica y la parasitología en la interfaz entre el venado y el ganado (López González et al., 2021).

Conclusiones

El aumento de la producción científica durante los últimos 15 años confirma que la conservación y el aprovechamiento del venado cola blanca es un tema de interés creciente. Se lograron identificar cuatro grupos temáticos consolidados, donde el eje de manejo y conservación destaca como el más robusto.

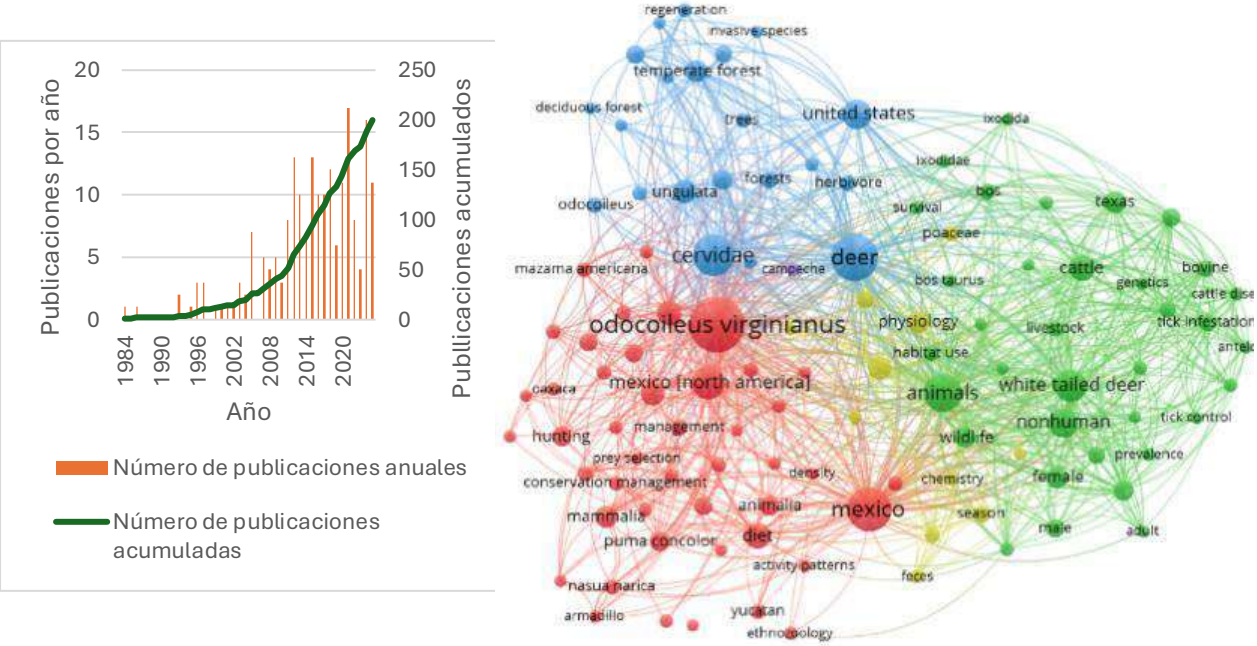


Figura 4. A) Gráfico de la producción científica histórica. B) Mapa de la red de co-ocurrencia

Literatura citada

Gálvez-Sánchez, F. J., & Lara-Rubio, J. (2021). Research Advances on Financial Inclusion: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 13, 495–508. https://doi.org/10.3390/su13063156

López-Tello, E., Mandujano, S., & Gallina, S. (2025). Changes in the activity pattern of white-tailed deer in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Therya*, 16(3), 371–382. https://doi.org/10.12933/therya.2025.6190

López González, C. A., Hernández-Camacho, N., Aguilar-Tipacamú, G., Zamora-Ledesma, S., Olvera-Ramírez, A. M., & Jones, R. W. (2021). Gap analysis of the habitat interface of ticks and wildlife in Mexico. *Pathogens*, 10(12). https://doi.org/10.3390/pathogens10121541

Serna-Lagunes, R., Olguín-Hernández, A., Pérez-Sato, J. A., García-García, C. G., Casas-López, I., & Salazar-Ortiz, J. (2018). Venado Veracruzano, una opción para la ganadería diversificada y la conservación de ecosistemas. *Agroproductividad*, 53(9), 1689–1699. https://doi.org/10.1017/Cbo9781107415324.004

DISTRIBUCIÓN REAL Y POTENCIAL DEL GÉNERO *Amphipterygium* (ANACARDIACEAE) EN MÉXICO

Mireya Sotelo-Barrera[1]; Jorge Gutiérrez[1]; Israel Castillo-Juárez[2]

[1] Laboratorio de Investigación en Sistemática de Angiospermas y Algas, Área de Biología, Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

[2] Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación–Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

sotelo.mireya@colpos.mx

Introducción

El género *Amphipterygium* (Anacardiaceae) comprende cuatro especies arbóreas, tres de ellas son endémicas de México. *A. glaucum* (Hemsl. & Rose) Hemsl. & Rose, *A. molle* (Hemsl.) Hemsl. & Rose y *A. adstringens* (Schltdl.) Stands. y *A. simplicifolium* (Standl.) Cuevas-Figueroa se distribuyen desde el estado de Oaxaca hasta regiones de Centroamérica. En esta última especie se ha documentado que la corteza presenta propiedades medicinales (Beltrán-Rodríguez & Bye, 2023). La identificación errónea y registros imprecisos de esta especie ha dificultado la interpretación de la distribución real de las especies de *Amphipterygium*. Este trabajo delimita la distribución geográfica de las cuatro especies reconocidas y mediante modelación de nicho ecológico se identifican las áreas geográficas donde se distribuyen (Petersen *et al.,* 2024). El objetivo fue estimar la distribución real y potencial del género *Amphipterygium*, mediante ejemplares de herbarios validados y modelación del nicho ecológico.

Material y métodos

La revisión de ejemplares de las especies de *Amphipterygium* se efectúo en el Herbario Nacional de México (MEXU); el Herbario de la División de Ciencias Forestales (CHAP) y el Herbario de Plantas Útiles “Efraín Hernández X.” (XOLO) de la Universidad Autónoma Chapingo; el Herbario de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (HUMO); y el Herbario-Hortorio del Colegio de Postgraduados (CHAPA). Las características taxonómicas evaluadas para cada ejemplar de herbario fueron el número de foliolos, forma del margen y pubescencia. La información de localidad y su ubicación geográfica debidamente referenciada con la ayuda del software Google Earth (2024).

La distribución potencial se estimó mediante modelación de nicho ecológico a partir de los registros de herbario validados y variables ambientales. Las variables bioclimáticas (BIO1–BIO19) se obtuvieron de WorldClim (Fick & Hijmans, 2017). Las variables edáficas magnesio, sodio, potasio, pH, materia orgánica y relación de adsorción de sodio, derivadas de capas de suelo interpoladas para México (Cruz-Cárdenas *et al*., 2014). Las variables ambientales se seleccionaron tras un análisis de colinealidad, conservando predictores no redundantes. Los modelos se generaron con el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt) versión 3.4.4.y se evaluaron mediante el área bajo la curva (AUC) y su desviación estándar. La comparación entre la distribución real y la distribución potencial permitió analizar patrones espaciales y contrastes ambientales dentro del género.

Resultados y discusión

Los registros validados mostraron una distribución restringida para *A. glaucum*, *A. molle* y *A. simplicifolium*, y una distribución amplia para *A. adstringens*. Los modelos de distribución potencial presentaron un buen desempeño, con valores de AUC entre 0.85 y 0.93. *A. glaucum* mostró el mayor ajuste (AUC = 0.93 ± 0.026), seguido de *A. simplicifolium* (0.89 ± 0.016), *A. molle* (0.86 ± 0.034) y *A. adstringens* (0.85 ± 0.013). Las diferencias en el desempeño y en las variables dominantes indican respuestas ambientales contrastantes entre especies. La comparación entre

la distribución real y la potencial identificó áreas ambientalmente adecuadas, pero sin registros confirmados, lo que sugiere vacíos de muestreo o limitaciones en la dispersión de las especies. Estos resultados sugieren que la presencia no depende solo de las condiciones ambientales si no de restricciones biogeográficas.

Conclusiones

La revisión taxonómica permitió delimitar la distribución real del género *Amphipterygium*, mientras que la modelación del nicho ecológico aportó una estimación de su distribución potencial. En conjunto, ambos enfoques ofrecen una aproximación complementaria para comprender el patrón espacial de distribución del género e identificar regiones con condiciones ambientales favorables.

Literatura citada

Beltrán-Rodríguez, L., & Bye, R. (2023). *Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl., *Amphipterygium glaucum* (Hemsl. & Rose) Hemsl. & Rose, *Amphipterygium molle* (Hemsl.) Hemsl. & Rose, *Amphipterygium simplicifolium* (Standl.) Cuevas-Figueroa (Anacardiaceae). In A. Casas & J. J. Blancas-Vázquez (Eds.), *Ethnobotany of the Mountain Regions of Mexico* (pp. 1067–1080). Springer.

Cruz-Cárdenas, N., López-Mata, L., Ortiz-Solorio, C. A., Villaseñor, J. L., Ortiz, E., Silva, J. T., & Estrada-Godoy, F. (2014). Interpolation of Mexican soil properties at a scale of 1:1,000,000. *Geoderma*, 213, 29–35. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.07.014

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1-km apatía resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology, 37*, 4302–4315. https://doi.org/10.1002/joc.5086

Petersen, M. J., Ortiz Cano, H. G., Gómez, T., Johnson, R. L., Anderson, V. J., & Petersen, S. L. (2024). MaxEnt predictive species distribution models and model accuracy assessment for two species of *Psilochalcis* Kieffer (Hymenoptera: Chalcididae) occurring in the eastern Great Basin of Utah, USA. *Diversity, 16*, 348. https://doi.org/10.3390/d16060348

APICULTURA COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN EN ZONAS MAGUEYERAS EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA

Blanca Estela Loaeza-Santiago*; María Isabel Pérez-León; Ernesto Hernández-Santiago; Rosa María Gómez-Ugalde

Tecnológico Nacional de México, Campus Valle de Oaxaca (ITVO).

loaezablanca14@gmail.com

Introducción

La apicultura es una actividad estratégica vinculada con la conservación de la biodiversidad y mantenimiento del servicio ecosistémico que brinda a través de la polinización, proceso fundamental para la seguridad alimentaria (IPBES, 2016). Sin embargo se estima que alrededor del 40% de las poblaciones de insectos que fungen como polinizadores enfrentan riesgos de disminución debido a la perdida de hábitat y cambios de uso de suelo (Vanbergen et al., 2013). En los Valles Centrales de Oaxaca, los sistemas productivos asociados al maguey coexisten con vegetación nativa que sirven como recursos florales esenciales para *Apis mellifera*. Estudios recientes indican que los polinizadores silvestres incrementan el rendimiento de los cultivos (Garibaldi et al., 2013), lo que resalta la importancia de conservar paisajes heterogéneos. El objetivo del presente estudio fue analizar el papel de la apicultura como estrategia de conservación en zonas productoras de maguey en los Valles Centrales de Oaxaca, a partir de la caracterización de la diversidad vegetal asociada a los apiarios.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en localidades pertenecientes a los Valles Centrales de Oaxaca donde se detectaron sistemas productivos de maguey y apicultura. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a productores de ambos sistemas para recopilar información productiva y ambiental. Por otro lado se llevó a cabo un levantamiento florístico asociada a los apiarios. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y categorización de especies.

Resultados y discusión

Se registraron un total de 36 especies melíferas pertenecientes a 16 familias botánicas, destacando Asteraceae como la de mayor representación. El 88 % de las especies fueron de origen silvestre (Cuadro 1), lo que evidencia la dependencia del sistema apícola hacia la vegetación nativa dentro del paisaje magueyero. Desde el punto de vista ambiental, el 38% de los apiarios se ubican en zonas con presencia de cultivos de maguey. Aunque el 46.2% de los apicultores percibe alta-media en la disponibilidad de flora melífera, el 100% reportó disminución reciente de recursos florales, misma que lo atribuyen a la falta de luvias y deforestación.

Así mismo proponen en su mayoría la reforestación con plantas nativas (84.6%) como estrategia de mitigación (Cuadro 2). Los resultados indican que la actividad apícola depende en gran medida de la vegetación nativa y que ésta incentiva directamente la conservación de la cobertura vegetal y contribuye al mantenimiento de la heterogeneidad del paisaje como lo señala Garibaldi et al (2014) y Potts et al., (2016) sobre la importancia de la diversidad vegetal para la estabilidad de los sistemas productivos.

Conclusiones

La dependencia de la apicultura hacia especies silvestres posiciona a esta actividad compatible con la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, siendo la protección de la cobertura vegetal punto clave para la sostenibilidad ecológica y productiva del sistema.

Cuadro 1. Resumen de diversidad de flora melífera en apiarios pertenecientes a zonas magueyeras.

Variable	Valor
Número total de especies	36
Número de familias botánicas	16
Especies silvestres	32 (88.8%)
Especies cultivadas	4 (11.1 %)
Hierbas	23(63.8%)
Arbustos	7 (19.4%)
Arboles	6 (16.6%)
Familia con mayor riqueza	Asteraceae

Cuadro 2. Características ambientales asociadas al sistema apícola.

Variable	Categoría	Valor (%)
Tipo de cobertura vegetal predominante cercana a los apiarios	Maguey	38.5
	Vegetación natural	30.8
Existencia de plantas melíferas percibida	Alta	23.1
	Media	46.2
	Baja	30.7
Temporada principal de floración y disponibilidad floral	Julio – Octubre	61.5
Percepción de disminución de recursos florales	Si	100.0
Tipo de impacto ambiental observado	Disminución de alimento floral	100.0
Acciones ambientales que sugieren los apicultores	Reforestación con flora nativa	84.6

Literatura citada

Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L. G., Leonhardt, S. D., Aizen, M. A., Blaauw, B. R., Isaacs, R., Winfree, R. (2014). From research to action: Enhancing crop yield through wild pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(8), 439–447. https://doi.org/10.1890/130330

Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., … Klein, A. M. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honeybee abundance. *Science*, 339(6127), 1608–1611. https://doi.org/10.1126/science.1230200

IPBES. (2016). The assessment report on pollinators, pollination and food production. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, 220–229. https://doi.org/10.1038/nature20588

Vanbergen, A. J., & the Insect Pollinators Initiative. (2013). Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 251–259. https://doi.org/10.1890/120126

IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS EN UN AGROECOSISTEMA EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA EN LA SIERRA SANTA MARTA

Yoli Aide Castillo-Vasquez[1]*; Evelyn Hernández-Vidal[2]; José Carlos Franco-Ramírez[1]; Carlos Héctor Ávila-Bello[3].

[1]Licenciatura en Agroecología y Soberanía Alimentaria, Universidad Veracruzana Intercultural Sede Selvas.

[2]Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, [3]Centro de Estudios Interdisciplinarios en Agrobiodiversidad, Universidad Veracruzana.

*yoliaidecastillovasquez@gmail.com

Introducción

Los microorganismos del suelo desempeñan un papel fundamental en los procesos biogeoquímicos, son responsables de entre el 70 y 80 % de la descomposición de residuos orgánicos, fijación y transformación de nutrientes, inhibición de patógenos y estimulación del crecimiento radicular. Se estima que en un gramo de suelo pueden existir entre 10^5 y $2x10^9$ microorganismos, aunque solo una fracción ha sido caracterizada. En los suelos de la Sierra Santa Marta no existen estudios actualizados que documenten la diversidad microbiana en agroecosistemas en transición agroecológica. El objetivo del estudio es analizar la composición, riqueza y factores que influyen en las comunidades microbianas en un agroecosistema en transición agroecológica de la Sierra Santa Marta, con el fin de conservar y aprovechar los recursos genéticos nativos en beneficio de las comunidades.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en un agroecosistema en transición agroecológica ubicado en la Sierra Santa Marta, Veracruz. Se seleccionaron cinco sistemas de cultivo: papaya, piña, pitahaya-cocuite, plátano y sistema forestal. Las muestras de suelo se recolectaron siguiendo un patrón en W considerando la topografía y la disposición espacial de las plantas. Se tomaron submuestras a una profundidad de 10–20 cm cerca de la base del tallo, las cuales se homogenizaron para formar una muestra compuesta por cultivo. Las muestras se colocaron en bolsas estériles, etiquetadas y transportadas en hielera al laboratorio. Para el aislamiento microbiano se realizaron diluciones seriadas del suelo hasta 10^{-2}. Se sembraron 0.1 mL en medios de cultivo de Papa Dextrosa Agar para hongos y Agar Rojo Congo para bacterias, con tres repeticiones por muestra. Las placas se incubaron a 25–27 °C en oscuridad durante 4–7 días. La identificación se realizó mediante observación microscópica de las colonias, considerando características morfológicas.

Resultados y discusión

Se encontraron bacterias del género *Bacillus* sp., en las muestras Forestal, pitahaya y cocuite, plátano y piña, dominando casi el 100% de las UFC/g de bacterias en el suelo; lo que refleja suelos saludables y biológicamente activos debido a que la mayoría de las especies de este género son saprófitas y eficientes contra patógenos (Villarreal *et al.*, 2018). La diversidad en el cultivo de papaya podría indicar condiciones específicas del cultivo o manejo que favorecen otros géneros como *Pseudomonas, Brenneria* y *Pectobacterium*. En cuanto a hongos, se encontraron cepas de *Trichoderma* sp. que es abundante en papaya, pitahaya y plátano, indicando potencial actividad biocontroladora (Tariq *et al*., 2020), en la muestra forestal *Aspergillus* sp, fue dominante en (casi 100%), sugiriendo condiciones específicas en esa muestra. Otro hongo con gran presencia es *Penicillium* sp. predominante en papaya y plátano, asociado con descomposición de materia orgánica. Finalmente, aunque hubo presencia de hongos patógenos como *Fusarium sp., Mucor* y *Verticillium* sp, los cultivos se veían saludables; esto podría deberse a que la dominancia de las poblaciones de microorganismos benéficos.

Cuadro 1. Microorganismos presentes en cinco cultivos en agroecosistemas de la sierra de Santa Marta.

Cultivo	Bacterias	Conteo (UFC/g suelo)	Micología	Conteo (UFC/g suelo)
Papaya	*Pseudomonas sp*	3X 10^5	*Fusarium sp*	1X 10^3
	Pectobacterium sp	1X 10^5	*Trichoderma sp*	3X 10^2
	Brenneria sp	2X 10^4	*Aspergillus sp*	2X 10^2
	Bacillus sp	3X 10^4	*Penicillium sp*	1.8X 10^3
Forestal	*Bacillus sp*	2.1X 10^5	*Fusarium sp*	4X 10^2
	—	—	*Trichoderma sp*	2X 10^2
	—	—	*Aspergillus sp*	1X 10^3
Pitahaya / Cocuite	*Bacillus sp*	4X 10^5	*Fusarium sp*	1.6X 10^3
	—	—	*Trichoderma sp*	3X 10^2
	—	—	*Aspergillus sp*	3X 10^2
	—	—	*Penicillium sp*	1.2X 10^3
	—	—	*Rhizoctonia sp*	Presencia
	—	—	*Verticillium sp*	Presencia
Plátano	*Pseudomonas sp*	1X 10^4	*Fusarium sp*	1X 10^3
	Bacillus sp	2.2X 10^5	*Penicillium sp*	1.5X 10^3
	—	—	*Aspergillus sp*	2X 10^2
	—	—	*Trichoderma sp*	1X 10^2
Piña	*Bacillus sp*	5X 10^5	*Fusarium sp*	1.8X 10^3
	—	—	*Aspergillus sp*	2X 10^2
	—	—	*Trichoderma sp*	2X 10^2
	—	—	*Penicillium sp*	8X 10^2
	—	—	*Cladosporium sp*	4X 10^2

Conclusiones

Se encontró diversidad de microorganismos en los sistemas evaluados, con predominio de *Bacillus* y *Trichoderma*. Los fitopatógenos estuvieron en bajas concentraciones, lo que indica un equilibrio microbiano favorable asociado a la transición agroecológica que podría contribuir a la salud del suelo y de los cultivos.

Literatura citada

Tariq, M., Khan, A., Asif, M., Khan, F., Ansari, T., Shariq, M., & Siddiqui, M. A. (2020). Biological control: a sustainable and practical approach for plant disease management. *Acta Agriculturae Scandinavica*, *Section B Soil & Plant Science*, 70(6), 507-524. https://n9.cl/3xki0

Villarreal, D., Villa-Rodríguez, E., Cira-Chávez, L. A., Estrada-Alvarado, M. I., Parra-Cota, F. I., & Santos-Villalobos, S. de los. (2018). El género Bacillus como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36(1), 95–130. https://n9.cl/2lpka

HONGOS ECTOMICORRÍZICOS COMESTIBLES Y BACTERIAS PROMOTORAS EN EL CRECIMIENTO DE *Pinus greggii* Engelm. ex Parl

Lucero Suárez-Villegas[1*]; Jesús Pérez-Moreno[2]; Magdalena Martínez-Reyes[2]; Gabriela Sánchez-Viveros[1]; Carlos Roberto Cerdán-Cabrera[1]; Soledad Balbuena-Carrasco[2]; Olivia Ayala-Vásquez[2]

[1]Posgrado en Ciencias Agrícolas y Forestales. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana.[2] Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

*lucerosv94@gmail.com

Introducción

Las asociaciones simbióticas, como las ectomicorrizas, han cobrado gran relevancia por su papel en la mejora de la nutrición vegetal, la supervivencia y la calidad de diversas especies, particularmente de los miembros de la familia Pinaceae (Pérez-Moreno *et al*., 2020). Se ha demostrado que la simbiosis ectomicorrízica facilita la absorción y el transporte de nutrientes, además de brindar protección contra diversos factores de estrés, incluyendo baja fertilidad y sequía. Asimismo, existen otros grupos de microorganismos, como las bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas a la ectomicorriza y que estimulan el desarrollo y crecimiento de las plantas hospederas (Pineda-Mendoza *et al*., 2019).

En especies endémicas de México, como *P. greggii,* caracterizada por su rápido crecimiento, se ha documentado que la inoculación con hongos ectomicorrízicos comestibles genera efectos positivos al favorecer la calidad de planta, la eficiencia fisiológica, el contenido nutrimental y la tasa de supervivencia (Rentería-Chávez *et al*., 2017). Con base en la importancia de estas asociaciones, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la inoculación de un hongo ectomicorrízico comestible y de una bacteria promotora del crecimiento vegetal sobre el crecimiento de *P. greggii* Engelm. ex Parl. en vivero.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el invernadero del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México, durante un período de 570 días. Se sembraron tres semillas de *P. greggii* en tubetes de plástico negro de 140 mL, previamente lavados y desinfectados con alcohol etílico 96° G. L. Los tubetes contenían una mezcla de sustrato estéril compuesta de arena de río, corteza de pino composteada y suelo forestal (2:2:1). Este sustrato se esterilizó con vapor de agua a 1.3 kg•cm^2 a 125 ºC durante 4 horas.

La inoculación del hongo ectomicorrízico *Laccaria proxima* (LP) consistió en la aplicación de 10^7 a 10^8 esporas por planta, mediante la adición de 3 mL de inóculo líquido en una cavidad realizada en la superficie del sustrato, 47 días después de la siembra (DDS).

El inóculo bacteriano se preparó con una concentración de 1.37 x 10^8 mL^{-1}, determinada con una cámara de Neubauer. La inoculación con la bacteria (B) *Pseudomonas yamanorum* se realizó a los 210 DDS. Se evaluaron cuatro tratamientos, cada uno con 19 repeticiones. Las variables analizadas fueron altura de la planta y diámetro del tallo. Los datos de las variables medidas se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ($p = 0.05$), utilizando el software JASP, versión 0.95.1.0. (2025).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la inoculación con LP promueve significativamente el crecimiento de *Pinus greggii*, lo que se manifestó en incrementos en altura y en diámetro del tallo. Los mayores valores en términos de altura de la planta (53.5 cm) se registraron en el tratamiento

LP + B, y en LP (49.9 cm). Estos valores fueron estadísticamente mayores en relación con los valores alcanzados cuando se inóculo con la bacteria sola o en las plantas testigo. En cuanto al diámetro del tallo, los tratamientos LP + B y LP presentaron los valores más altos: 3.05 y 3.07, respectivamente. En conjunto, estos resultados evidencian que la inoculación de *L. proxima*, tanto de forma individual como en coinoculación con *P. yamanorum*, favorece significativamente el crecimiento de *P. greggii*. Este efecto podría atribuirse a la mejora en la absorción de nutrientes y agua mediada por la asociación ectomicorrízica, así como a la acción complementaria de la bacteria en el crecimiento vegetal (Pineda-Mendoza *et al*., 2019).

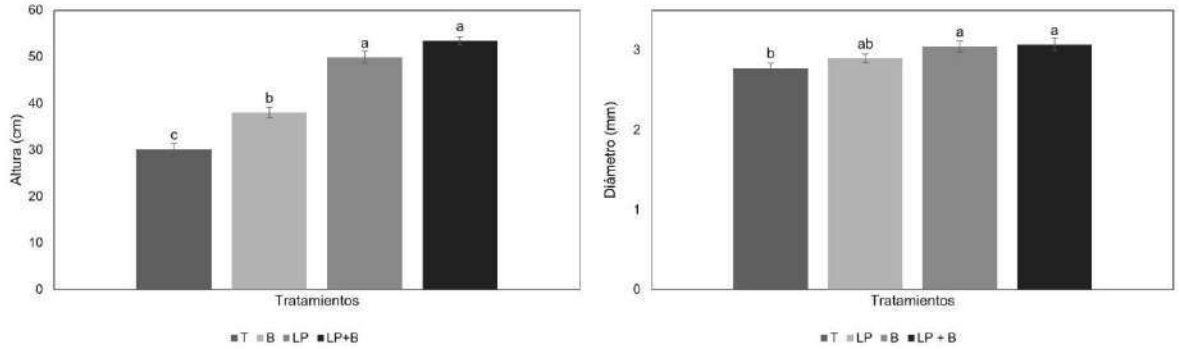


Figura 1. Altura de planta y diámetro del tallo de *P. greggii* inoculado con *Laccaria proxima* y *Pseudomonas yamanorum*. Donde T = testigo (plantas no inoculadas); B = *P. yamanorum*; LP = *L. proxima*; LP + B = *L. proxima* más *P. yamanorum.*

Conclusiones

Los resultados obtenidos poseen implicaciones biotecnológicas significativas, ya que sustentan el uso de inóculos mixtos, hongos ectomicorrízicos y bacterias promotoras de crecimiento vegetal, como una estrategia viable para la producción de planta de calidad en viveros forestales. La implementación de esta práctica podría contribuir a incrementar la supervivencia y el desempeño de las plantas en programas de reforestación y restauración ecológica, particularmente en aquellos ecosistemas donde *P. greggii* es una especie nativa con potencial para la recuperación de suelos degradados. Se agradece el financiamiento del COMECyT a través del Proyecto C-SINERGIA-FICDTEM-25-032 para el desarrollo de esta investigación.

Literatura citada

Pérez-Moreno, J., Guerin-Laguette, A., Flores Arzú, R., y Yu, F.-Q. (Eds.). (2020). Mushrooms, Humans and Nature in a Changing World: Perspectives from Ecological, Agricultural and Social Sciences. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37378-8.

Pineda-Mendoza, D. Y., Almaraz, J. J., Lara-Hernández, M. E., Arteaga-Garibay, R. I., y Silva-Rojas, H. V. (2019). Cepas de bacterias aisladas de esporomas de hongos ectomicorrízicos promueven el crecimiento vegetal. Información Técnica Económica Agraria. https://doi.org/10.12706/itea.2018.027

Rentería-Chávez, M. C., Pérez-Moreno, J., Cetina-Alcalá, V. M., Ferrera-Cerrato, R., y Xoconostle-Cázares, B. (2017). Transferencia de nutrientes y crecimiento de *Pinus greggii* Engelm. Inoculado con hongos comestibles ectomicorrícicos en dos sustratos. Revista Argentina de Microbiología, 49(1), 93–104. https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.06.004

Capítulo 13 Carteles

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE FRUTOS DE PIÑUELA (*Bromelia karatas* L.)

Denis Reyes-Ramos[1]; María Teresa Beryl Colinas-León[1]; Ma Teresa Martínez-Damián[1]; Juan Ayala-Arreola[1]

[1]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo

*dniis120@gmail.com

Introducción

Bromelia karatas comúnmente conocido como piñuela, constituye una especie silvestre promisoria que, a pesar de su potencial, ha sido escasamente estudiada. Es resistente a la sequía, plagas y enfermedades, el fruto es una baya agridulce y jugosa de cáscara hebrosa color rosa, blanco amarillento o café oscuro dependiendo del morfotipo (Montes-R et al., 2014; Rojas-García & Maldonado-Peralta, 2021). En los últimos años el estudio de las propiedades de plantas y frutos ha aumentado debido a su importancia nutricional y medicinal. En este contexto, con la finalidad de conocer las propiedades antioxidantes de frutos de piñuela colectados en el Estado de México se evaluaron variables como vitamina C, capacidad antioxidante, contenido fenólico y flavonoides.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el departamento de Fitotecnia en la Universidad Autónoma Chapingo ubicada en Carretera México - Texcoco Km. 38.5, Texcoco de Mora, México (9° 29′23″ N 98°53′37″ O). El material vegetal consistió en frutos de piñuela en madurez de consumo (frutos rosas de buen tamaño), colectados en Malinalco, Estado de México. Se determinó el contenido de vitamina C (mg de ácido ascórbico g^{-1}) con el método de Jagota & Dani (1982), la capacidad antioxidante (mg VCEAC g^{-1}, capacidad antioxidante equivalente a vitamina C) con el método de Özgen et al. (2006), mientras la concentración de fenoles totales (mg equivalentes de ácido tánico g^{-1}) se realizó con el método de Waterman & Mole (1994) y flavonoides (mg equivalentes de quercetina g^{-1}) con el método de Chang et al. (2002). Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SAS ® versión 9.0 (SAS Institute, 2002) y se expresan en mg· g^{-1} de peso fresco.

Resultados y discusión

El valor promedio de vitamina C en frutos de piñuela es superior (2.56 mg AA g^{-1}) a lo reportado en Fresa Festival (0.52 mg AA g^{-1}), Kiwi Verde Haywarth (0.47 mg AA g^{-1}) y Papaya Maradol (0.62 mg AA g^{-1}) (Carranza-Téllez et al., 2024). De Quadros (2016) menciona que la vitamina C es un micronutriente con acción antioxidante y efectos positivos en la recuperación de resfriados y gripes. La capacidad antioxidante (3.55 mg VCEAC g^{-1}) fue superior a lo reportado por Muñoz-Jáuregui et al. (2007) en: cereza (0.36 mg VCEAC g^{-1}) y carambola (0.055 mg VCEAC g^{-1}). La actividad antioxidante es una característica cada vez más valorada en los alimentos, el conocimiento de las moléculas responsables de esta actividad y sus fuentes naturales es importante para su adecuado aprovechamiento (Vázquez-Ovando et al. 2022). El contenido fenólico osciló entre 1.4 y 3.5 mg EAT g^{-1} mientras los flavonoides totales entre 0.94 y 2.9 mg EQ g^{-1}, compuestos de suma importancia por su actividad antioxidante y su potencial en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

Conclusión

Los frutos de piñuela destacan por su alto contenido de vitamina C, compuestos fenólicos y flavonoides, lo que refleja una elevada capacidad antioxidante. Esta característica resalta su potencial como fuente natural de compuestos bioactivos con beneficios para la salud.

Cuadro 1. Vitamina C, Capacidad antioxidante, contenido fenólico y flavonoides en frutos de piñuela (*Bromelia karatas* L.).

Variable	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	CV
Vitamina C (mg AA g^{-1})	2.56	2.15	3.07	0.26	9.96
Capacidad antioxidante (mg VCEAC g^{-1})	3.55	2.05	4.52	0.59	16.64
Contenido fenólico (EAT g^{-1})	2.34	1.4	3.5	0.52	22.2
Flavonoides (mg EQ g^{-1})	1.9	0.94	2.9	0.69	36.4

AA= Acido ascórbico; VCEAC= Capacidad antioxidante equivalente a vitamina C; EAT= equivalentes de ácido tánico; EQ= equivalentes de quercetina.

Literatura citada

Carranza-Téllez, J., Torres-Hernández, D. M., Contreras-Martínez, C. S., García-González, J. M., & Carranza-Concha, J. (2024). Influencia en la capacidad antioxidante de los fenoles totales, vitamina C y color en frutas. *Revista fitotecnia mexicana, 47*(1), 19-26. https://doi.org/10.35196/rfm.2024.1.19

Chang, C., Yang, M., Wen, H., & Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoids content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal Food and Drug Analysis, 10*, 176-182.

De Quadros, L., & de Barros, R. L. S. (2016). Vitamina C e performance: uma revisão. *RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, *10*(55), 112-119.

Jagota, S. K., & Dani, H. M. (1982). A new colorimetric technique for the estimation of vitamin C using Folin phenol reagent. *Analytical Biochemistry, 127*(1), 178–182.

Montes-R, C., Terán-G, V. F., Zuñiga-B, R., & Caldón-P. N, Y. E. (2014). Descripción morfológica de bromelia karatas recurso genético promisorio para patía, cauca, colombia. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 12*(1), 62-70.

Muñoz-Jáuregui, A. M., Ramos-Escudero, D. F., Alvarado-Ortiz U., & Castañeda-Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú, 73*(3), 142-149.

Özgen, M., Reese, R. N., Tulio, A. Z., Miller, A. R., & Scheerens, J. C. (2006). Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2′-Diphenyl-1- picrylhydrazyl (DPPH) Methods. *Journal of agricultural and food chemistry,* 54. 1151-1157p.

Rojas-García, A., & Maldonado-Peralta, M. D. L. A. (2021). Cualidades formologicas de frutos de tres especies de *Bromelia* (Bromeliaceae). *Revista Fitotecnia Mexicana, 44*(4), 521-528. https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4.521

Statistical Analysis System (SAS Institute Inc.). (2002). Software product support manual, ver. 9.0. Cory, N.C.: USA.

Vázquez-Ovando, A., Mejía-Reyes, J. D., García-Cabrera, K. E., & Velázquez-Ovalle, G. (2022). Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. *Revista colombiana de investigaciones agroindustriales, 9*(1), 9-33. https://doi.org/10.23850/24220582.4023

Waterman, P.G. & S. Mole. (1994). Methods in ecology. Analysis of phenolic plant metabolites. *Blackwell Scientific publications*. 237p.

BIOFORTIFICACIÓN CON NANOPARTICULAS DE ÓXIDO DE ZINC EN LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DE FLORES COMESTIBLES DE DALIA (*Dahlia x hortorum*)

Ma Teresa Martínez-Damián*[1]; Tabita Queren Pérez-Reyes[2]; Adalberto Ortega Jiménez[3]

[1]Departamento de Fitotecnia. [2]Investigadora del Programa Investigadoras e Investigadores del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT). Universidad Autónoma Chapingo
[3]Colegio de Posgraduados, Campus Motecillos.

*mt13dam@gmail.com

Introducción

La biofortificación de cultivos es una alternativa eficiente para mejorar la nutrición humana y prevenir enfermedades. Actualmente, las investigaciones se centran en el potencial de la nanotecnología para mitigar la deficiencia de minerales esenciales en la dieta humana. La deficiencia de zinc (Zn) ocurre por la falta del elemento en la dieta, su pérdida metabólica en el organismo y a los bajos niveles de disponibilidad en el suelo (Tabrez *et al*., 2022). Ante esta situación, es fundamental fortalecer el valor nutricional de los cultivos (Elemike *et al*., 2019). La dalia (*Dahlia x hortorum*), decretada como flor nacional de México, posee un alto potencial alimenticio. Sin embargo, existe poca información al respecto. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la biofortificación foliar con nanopartículas de óxido de zinc (NPs-ZnO) en la calidad fisicoquímica de flores comestibles de dalia variedad Yaretzi (*Dahlia x hortorum*).

Materiales y métodos

El experimento se realizó en condiciones de invernadero en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos, Estado de México. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en cinco aplicaciones foliares de dos fuentes de zinc: nanopartículas de óxido de zinc (NPs-ZnO) y sulfato de zinc ($ZnSO_4$) en forma convencional. Se emplearon concentraciones de 100, 150 y 200 ppm y un testigo. Se cosecharon 12 flores al azar por unidad experimental, se pesaron y se midió el diámetro del capítulo floral con vernier digital (Truper®, México). Para las variables químicas, se homogeneizaron 10 g de pétalos en 100 mL de agua destilada, del extracto obtenido se midieron los sólidos solubles totales (SST) con refractómetro digital manual portátil (PAL 1® (Atago Co., Ltd., Tokio, Japón) y acidez titulable (AT) mediante la neutralización con NaOH 0.1 N de una alícuota de 10 mL. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Todos los análisis se realizaron en el software SAS OnDemand for Academics (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE. UU.).

Resultados y discusión

Los resultados indicaron que la aplicación de nanopartículas de zinc (NPs-ZnO) tuvieron efectos positivos en los parámetros evaluados (Cuadro 1). En particular, se observó que el tratamiento con 150 ppm de NPs-ZnO alcanzó el mayor peso fresco (15.49 g) y diámetro del capítulo floral (132.6 mm). Esto se adjudica a la morfología de las nanopartículas que permiten una mayor superficie de contacto y una penetración celular más efectiva (Humbal y Pathak, 2023). En cuanto a SST, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos (promedio 9.21°Brix), lo que indica que el zinc mantuvo la calidad organoléptica. En acidez titulable, el tratamiento con 150 ppm con NPs-Zn presentó 30 % de mayor ácido cítrico respecto al testigo, ya que las NPs inducen una respuesta metabólica, sugiriendo una asimilación más eficiente del zinc, el cual actúa como cofactor enzimático en la síntesis de ácidos orgánicos. El incremento de acidez concuerda con lo reportado por Garcia *et al*., 2019 en *Capsicum chinense* Jacq.

Estos resultados concuerdan con estudios previos que sugieren que las NPs son una opción prometedora para incrementar la producción de alimentos al mejorar los procesos fisiológicos, la calidad poscosecha y el rendimiento en diversos cultivos (Faizan *et al*., 2020).

Cuadro 1. Efecto de la aplicación foliar de diferentes concentraciones de nanopartículas de óxido de zinc y sulfato de zinc convencional en flores comestibles de dalia.

Tratamiento	PF (g)	DC (mm)	SST (°Brix)	AT (% de ácido cítrico)
100 ppm NPs-ZnO	12.37 ab	116.1 c	8.75 a	0.08 c
150 ppm NPs-ZnO	15.49 a	132.6 a	9.5 a	0.13 a
200 ppm NPs-ZnO	14.39 ab	128.3 abc	9.5 a	0.11 b
100 ppm ZnSO4	12.97 ab	118.9 bc	9.5 a	0.12 ab
150 ppm ZnSO4	15.65 a	130.9 ab	8.5 a	0.13 a
200 ppm ZnSO4	15.12 a	126.6 abc	9.5 a	0.14 a
Testigo	10.79 b	128.6 abc	9.25 a	0.10 bc
CV	6.59	4.54	5.597	8.45

PF: peso fresco; DC: diámetro del capítulo; SST: sólidos solubles totales; AT: acidez titulable; CV: coeficiente de variación.

Conclusiones

La biofortificación foliar con nanopartículas de óxido de zinc a una concentración de 150 ppm representa una alternativa para mejorar las características fisicoquímicas de flores comestibles de dalia, promoviendo una asimilación de zinc más eficiente que las fuentes convencionales.

Literatura citada

Elemike, E., Uzoh, I., Onwudiwe, D. & Babalola, O. (2019). The role of nanotechnology in the fortification of plant nutrients and improvement of crop production. *Applied Sciences*, *9*(3), 499. https://doi.org/10.3390/app9030499

Faizan, M., Hayat, S. & Pichtel, J. (2020). Effects of zinc oxide nanoparticles on crop plants: a perspective analysis. *Sustainable Agriculture Reviews 41*, 83-99. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33996-8

Humbal, S. & Pathak, B. (2023). Application of nanotechnology in plant growth and diseases management: tool for sustainable agriculture, in agricultural and environmental nanotechnology, ed. Fernandez-Luqueno, F. & Patra, J. K. Interdisciplinary Biotechnological Advances, Springer, Singapore, 2023, pp. 145–168. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5454-2_6

Garcia, L. J. I., Nino, M. G., Olivares, S. E., Lira, S. R. H., Barriga, C. E. D., Vazquez, A. R., Rodriguez, S. P. A. & Zavala, G. F. (2019). Foliar application of zinc oxide nanoparticles and zinc sulfate boosts the content of bioactive compounds in habanero peppers. *Plants 8*(8), 254. https://doi.org/10.3390/plants8080254.

Tabrez, S., Khan, A. U., Hoque, M., Suhail, M., Khan, M. I., Zughaibi, T. A. (2022). Biosynthesis of ZnO NPs from pumpkin seeds' extract and elucidation of its anticancer potential against breast cancer. *Nan otechnology Reviews*, *11*(1), 2714-2725. https://doi.org/10.1515/ntrev-2022-0154

RECUBRIMIENTOS ADICIONADOS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA SOBRE LA CALIDAD POSCOSECHA DE PAPAYA (*Carica papaya* L.)

Ma Teresa Martínez-Damián[1]*; Guadalupe Stefanny Aguilar-Moreno[2]; Sarahi Flores-Guzmán[1]
[1]Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. [2]SECIHTI
* mmartinezda@chapingo.mx

Introducción

La papaya (*Carica papaya* L.) es un fruto climatérico caracterizado por altas tasas respiratorias y elevada producción de etileno, además de presentar un pericarpio delgado y frágil susceptible a daños mecánicos y fitopatológicos. Estas características limitan su vida de anaquel, que depende en gran medida del manejo precosecha y poscosecha, así como de las condiciones ambientales de cada región productora (Vela-Gutiérrez et al., 2019). Ante esta problemática, se han desarrollado distintas estrategias de conservación poscosecha, como el uso de recubrimientos, los cuales contribuyen a preservar la calidad y reducir la incidencia de enfermedades (Vinod et al., 2023). En este contexto, la nanotecnología representa una alternativa innovadora para mejorar la eficacia de estos sistemas. En particular, las nanopartículas de plata (NPsAg) destacan por su actividad antimicrobiana y su potencial para prolongar la vida útil de frutos frescos, además de representar una alternativa económica y ecológica (Madbouly-Kamel, 2021). Sin embargo, la evidencia científica sobre el uso de recubrimientos incorporados con NPsAg en papaya aún es limitada; por ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes recubrimientos adicionados con NPsAg sobre la calidad poscosecha de papaya var. Maradol.

Materiales y métodos

Los frutos de papaya var. Maradol se adquirieron en la central de abastos de Iztapalapa, Estado de México. El experimento se estableció en el Laboratorio de Fisiología de Frutales de la Universidad Autónoma Chapingo, bajo un diseño completamente al azar (DECA) con cinco tratamientos: T1 (testigo), T2 (alginato de sodio al 2.49 %), T3 (quitosano al 1 %), T4 (alginato de sodio + NPsAg [1 mg·mL^{-1}]) y T5 (quitosano + NPsAg [1 mg·mL^{-1}]) con cuatro repeticiones y un fruto por cada unidad experimental. Se utilizaron NPsAg de 20 nm (ID-NANO, Ag-ID01). Los frutos se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 1 % con agua destilada; posteriormente, se aplicaron los tratamientos mediante la técnica de pincelado y se dejaron secar a temperatura ambiente. Una vez secos los frutos, se envolvieron hasta la mitad con papel estraza y se almacenaron en cajas de plástico con el pedúnculo hacia abajo a 22 ± 1 °C y 75-85 % de humedad relativa. A los 18 días se evaluó la pérdida de peso (%), el pH, la acidez titulable (AT, %), los sólidos solubles totales (SST, °Brix) y la relación SST/AT, de acuerdo con las metodologías establecidas por la *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1990). Los resultados se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparación de media de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados y discusión

En general, los frutos tratados con recubrimientos mostraron mejores atributos de calidad poscosecha en comparación con el testigo (Cuadro 1). El tratamiento con alginato de sodio adicionado con NPsAg (T4) presentó la menor pérdida de peso (11.43 %) y la mayor relación SST/AT (93.05), parámetro asociado con la percepción de dulzor y el equilibrio organoléptico del fruto. Asimismo, los frutos del T4 mostraron la mayor concentración de SST (10.85), aunque sin diferencia significativa ($p > 0.05$) con el T3 y T5. La aplicación de recubrimientos favoreció la formación de una película semipermeable que limita la difusión de oxígeno y reduce la actividad metabólica, retardando los procesos de maduración y senescencia. Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado en otras investigaciones, donde los recubrimientos a base de alginato han demostrado reducir la pérdida de agua por su característica semipermeable y al combinarse con nanopartículas antimicrobianas se genera un doble beneficio: físico (freno de la

transpiración) y biológico (control de daño causado por microorganismos) (Bernal-Mercado *et al*., 2024).

Cuadro 1. Efecto de los recubrimientos sobre parámetros químicos de papaya var. Maradol almacenada a 22 ± 1 °C.

Tratamiento	Pérdida de peso (%)	pH	AT (%)	SST (°Brix)	SST/AT
T1	13.25 b	5.78 ab	0.13 a	9.95 b	71.13 b
T2	13.83 b	5.68 b	0.12 a	8.90 c	76.62 ab
T3	13.38 b	5.89 ab	0.11 a	10.50 ab	91.93 a
T4	11.43 a	5.87 ab	0.12 a	10.85 a	93.05 a
T5	14.57 c	6.05 a	0.12 a	10.35 ab	89.86 a
CV (%)	8.25	2.50	8.85	7.17	11.76
DMSH	0.74	0.37	0.03	0.90	20.79

T1: agua; T2: alginato de sodio (2.49 %); T3: quitosano (1 %); T4: alginato de sodio (2.49 %) + NPsAg (1 $mg \cdot mL^{-1}$); T5: quitosano (1 %) + NPsAg (1 $mg \cdot mL^{-1}$); AT: acidez titulable; SST: sólidos solubles totales; CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta. Medias con letras iguales dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusiones

El recubrimiento a base de alginato de sodio adicionado con NPsAg mostró el mejor desempeño en la conservación de algunas características químicas y fisiológicas de los frutos de papaya var. Maradol. La incorporación de NPsAg en matrices biopoliméricas representa una estrategia prometedora para prolongar la vida de anaquel de frutos climatéricos.

Literatura citada

AOAC International. (1990). *Métodos oficiales de análisis de la AOAC* (15ª ed.). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.

Bernal-Mercado, A. T., Del toro-Sánchez, C. L., Encinas-Basurto, D. A., & Palomares-Navarro, J. J. (2024). Envases con películas de biopolímeros y nanopartículas antimicrobianas para frutas frescas cortadas. *Epistemus, 18*(37), e3710388. https://doi.org/10.36790/epistemus.v18i37.388

Madbouly-Kamel, A. (2021). The efficacy of green synthesized nanosilver in reducing the incidence of post-harvest apple fruit brown rot. *Journal of Fungi, 7*(6), 473. https://doi.org/10.3390/jof7060473

Vela-Gutiérrez, G., López-Zuñiga, E. J., García-Parra. E., León-García, E., del Ángel-Coronel, O. A., & Velazquez-López, A. A. (2019). Efecto de la luz roja y el contenido de nutrientes sobre la embriogénesis somática, enraizamiento y aclimatación a suelo de plantas de papaya Maradol. *Biotecnia, 21*(1). https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i1.818

Vinod, B. R., Asrey, R., Sethi, S., Prakash, J., Kumar-Meena, N., Menaka, M., Mishra, S., & Shivaswamy, G. (2023). Recent advances in physical treatments of papaya fruit for postharvest quality retention: A review. *eFood, 4*(2). https://doi.org/10.1002/efd2.79

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE AGUACATE TOLERANTES A DÉFICIT HÍDRICO MEDIANTE RESPUESTAS FISIOLÓGICAS

Claudia Reyes-Quiroz[1]*; Alejandro Facundo Barrientos-Priego[1]; José Oscar Mascorro-Gallardo[1]; Gabriel Iturriaga[2]

[1]Posgrado en Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo
[2]División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/I.T. Roque,
* claudiareyesqroz@gmail.com

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es un cultivo de gran importancia económica; sin embargo, su producción enfrenta limitaciones crecientes asociadas al déficit hídrico, particularmente bajo escenarios de cambio climático que prevén reducciones en la disponibilidad de agua y en la superficie apta para su producción (Fuerte-Velázquez y Gómez-Tagle, 2024). El estrés hídrico afecta procesos fisiológicos fundamentales como la conductancia estomática, la asimilación de CO_2 y el transporte hidráulico, lo que reduce el crecimiento y la productividad (Kaneko et al., 2024). En este contexto, la selección de genotipos tolerantes al déficit hídrico representa una estrategia prometedora para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la resiliencia del cultivo (Labarga et al., 2023). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta fisiológica y la eficiencia en el uso del agua de plantas de 'Hass' injertadas sobre diferentes accesiones de *Persea*, con el fin de identificar genotipos con mayor tolerancia al déficit hídrico.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Chapingo durante un periodo de evaluación de 27 días. Se evaluaron 18 genotipos de *Persea*, seleccionados previamente en el Banco de Germoplasma de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C. por su diversidad genética y relevancia agronómica, los cuales se utilizaron como patrones de la variedad comercial 'Hass'. Las plantas se establecieron en macetas con sustrato compuesto por suelo agrícola y arena (1:1, v/v), bajo un diseño completamente al azar. El experimento comprendió tres fases experimentales: riego, déficit hídrico y recuperación. Durante la fase de déficit hídrico, se suspendió el riego hasta alcanzar el punto de marchitez permanente. En cada fase se evaluaron variables fisiológicas como asimilación de CO_2, conductancia estomática, transpiración, eficiencia en el uso del agua y resistencia hidráulica, utilizando un analizador portátil de gases infrarrojo (CI-340, CID Bio-Science®). Asimismo, se registraron las variables morfológicas colapso foliar y defoliación. El análisis estadístico incluyó análisis de correlación, análisis de componentes principales y agrupamiento jerárquico mediante el método de Ward y prueba de Kruskal-Wallis.

Resultados y discusión

El análisis multivariado permitió clasificar las plantas correspondientes a los 18 genotipos en tres grupos con respuestas contrastantes al déficit hídrico. El Grupo 1 mostró mayor tolerancia al mantener actividad fisiológica durante 16 días de estrés hídrico, mientras que los Grupos 2 y 3 presentaron marchitez en 5 a 6 días (Figura 1a). El Grupo 1 presentó la menor resistencia hidráulica (13,000 $MPa \cdot s \cdot m^{-1} \cdot kg^{-1}$), lo que favoreció un transporte eficiente de agua y permitió mantener la funcionalidad fisiológica durante el estrés, comportamiento asociado con mayor tolerancia al déficit hídrico (Labarga et al., 2023). Asimismo, este grupo mostró mayor recuperación en la asimilación de CO_2 después de la rehidratación (Figura 1b), lo que indica mejor resiliencia fisiológica (Moreno-Ortega et al., 2021).

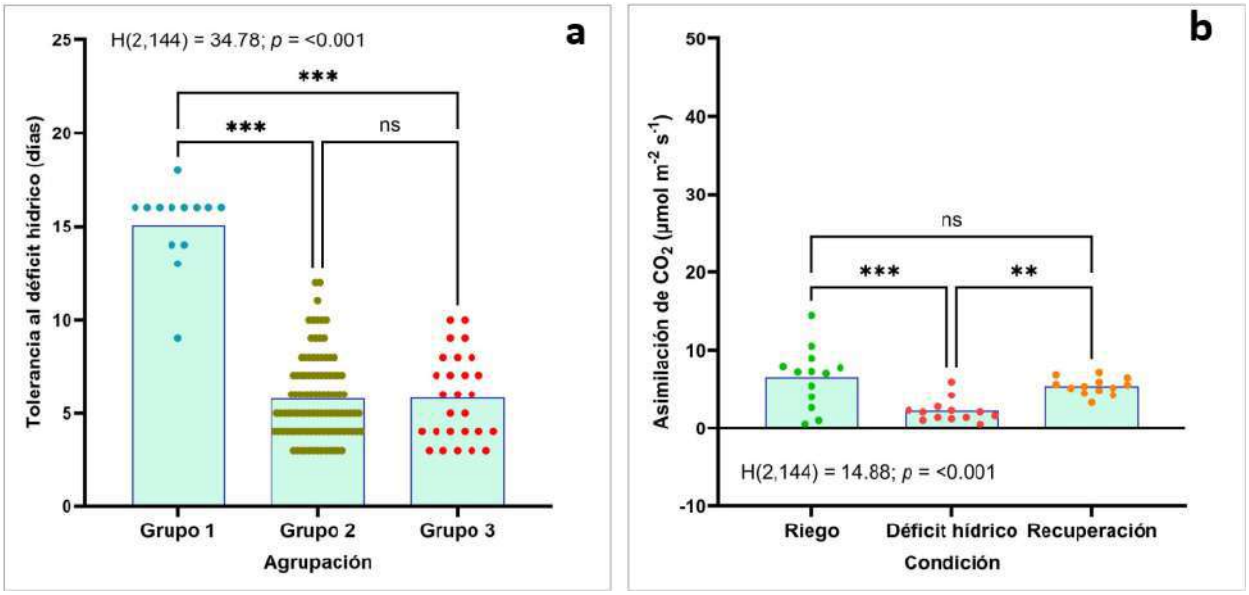


Figura 1. Tiempo de tolerancia al déficit hídrico (a) y asimilación de CO_2 del grupo 1 en tres condiciones experimentales (b).

En contraste, los Grupos 2 y 3 presentaron reducciones significativas en la asimilación de CO_2, conductancia estomática y transpiración, además de mayor defoliación. La eficiencia en el uso del agua fue significativamente mayor en el Grupo 1 durante la fase de recuperación (6.11 µmol·mmol^{-1}), lo que indica una mayor capacidad para optimizar el uso del agua disponible. Dentro de este grupo destacó la accesión 'M-14', que mostró una respuesta fisiológica superior, lo que sugiere su potencial como genotipo tolerante al déficit hídrico.

Conclusiones

Los genotipos evaluados mostraron respuestas fisiológicas contrastantes al déficit hídrico, confirmando la influencia del genotipo sobre la tolerancia al estrés. El Grupo 1 presentó la mayor tolerancia al déficit hídrico, caracterizada por menor resistencia hidráulica, mayor eficiencia en el uso del agua y mejor recuperación fisiológica después del estrés.

Literatura citada

Fuerte-Velázquez, D. J., & Gómez-Tagle, A. (2024). Water footprint and water sustainability of agroindustrial avocado production in a warm tropical climate municipality: a case study in the Michoacan avocado Belt in Central México. *Water*, *16*(12), Article 1719. https://doi.org/10.3390/w16121719

Kaneko, T., Gould, N., Campbell, D., & Clearwater, M. J. (2024). Isohydric stomatal behaviour alters fruit vascular flows and minimizes fruit size reductions in drought-stressed 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.). *Annals of Botany*, *133*(7), 969–982. https://doi.org/10.1093/aob/mcae024

Labarga, D., Mairata, A., Puelles, M., Martín, I., Albacete, A., García-Escudero, E., & Pou, A. (2023). The rootstock genotypes determine drought tolerance by regulating aquaporin expression at the transcript level and phytohormone balance. *Plants*, *12*(4), 718–718. https://doi.org/10.3390/plants12040718

Moreno-Ortega, G., Zumaquero, A., Matas, A., Nicholas A., O., van den Berg, N., Palomo-Ríos, E., Martínez-Ferri, E., & Pliego, C. (2021). Physiological and molecular responses of 'Dusa' avocado rootstock to water stress: insights for drought adaptation. *Plants*, *10*(10), 2077. https://doi.org/10.3390/plants10102077

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ANTIOXIDANTES EN FRUTO DE AGUACATE NATIVO EN EL MUNICIPIO DE TEZIUTLÁN, PUEBLA

Fabiola Sánchez-Zacarias[1*]; Delia Moreno-Velázquez[1]; Armando Ibáñez-Martínez[1]; Estrella Lara-Cortés[2]; Sigfrido David Morales-Fernández[1].

[1]Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
[2]Complejo Regional Nororiental, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

* sz224800020@alm.buap.mx

Introducción

México es considerado el centro de origen y distribución del aguacate, existiendo gran variedad de materiales nativos, los cuales se han diversificado a través del tiempo. Sin embargo, existe poca información relacionada con calidad que le permitan tener un mayor posicionamiento en el mercado; debido principalmente a la producción como cultivos de traspatio. En Teziutlán, Puebla, existen materiales nativos de aguacate, que se han desarrollado y adaptado a las condiciones edafoclimáticas típicas de la región, de los cuales existe escasa información que le permitan posicionarse en el mercado. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar características físicas y antioxidantes en frutos de aguacate nativo de Teziutlán, Puebla.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el municipio de Teziutlán, localizado al noroeste del estado de Puebla, con una altitud de 1 668 a 2 344 msnm, temperatura media anual de 14.5°C, precipitación pluvial de 1100 a 3600 mm y clima templado húmedo con lluvias todo el año. Se recolectaron muestras de frutos de aguacate nativo a una distancia de 4 km, considerando caminos principales y lugares accesibles; fueron 27 localidades en las cuales se cosecharon los frutos. Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett, obteniéndose normalidad. Para evaluar las características físicas y antioxidantes, los frutos se agruparon en tres categorías por forma: redondos, ovalados y piriformes. Se midió peso fresco, diámetro polar, diámetro ecuatorial, firmeza, materia seca, proteína, fenoles en pulpa y cáscara, carotenoides en pulpa, antocianinas y capacidad antioxidante mediante el radical 2, 2- Difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) en cáscara. Los datos se analizaron estadísticamente como un diseño completamente al azar con nueve repeticiones, aquellas medias que resultaron significativas se compararon con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS.

Resultados y discusión

El diámetro ecuatorial y firmeza no registraron valores significativos ($P \leq 0.05$), registrándose valores promedio de 38.71 g y 637.6 Kgf, respectivamente. El peso fresco y diámetro polar en los frutos redondos fue 24g y 11mm, mayor que los valores promedio registrados en los frutos piriformes y ovalados (Cuadro 1). Montes-Hernández *et al.* (2017) reportan alta variabilidad en aguacate criollo mexicano var. *drymifolia* con peso fresco de 30 a 285 g y longitud de 4 a 12 cm. El contenido de materia seca fue mayor en los frutos piriformes (54.48 %), superior a lo reportado por Torres *et al*. (2017) con 33.16 %. El contenido de proteína no fue significativo (4.30 %). No se registró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el contenido de fenoles y carotenoides en la pulpa del fruto; así como en el contenido de fenoles y DPPH en la cáscara. El contenido de antocianinas en la cáscara fue mayor en los frutos piriformes (Cuadro 2). Moreno *et al*. (2014) encontraron valores de 4.9 a 5.82 mg g^{-1} de fenoles totales en aguacate 'Hass'. Corrales-García *et al*. (2019) reportan antocianinas de 0.64 a 47 mg g^{-1} pf. Rahman *et al.* (2022) señalan valores de DPPH de 18 a 35 % en aguacate Hass.

Cuadro 1. Variables físicas en fruto de aguacate maduro nativo de Teziutlán, Puebla.

Forma	Peso (g)	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Firmeza (Kg_f)	Materia seca (%)	Proteína (%)
Piriforme	47.20 ab	54.40 b	40.26 a	685.0 a	54.48 a	4.015 a
Ovalado	46.36 b	54.43 b	39.94 a	613.9 a	49.77 b	4.49 a
Redondo	58.07a	60.71 a	40.93 a	613.9 a	50.70 ab	4.42 a
DMSH	11.52	5.37	3.34	248.16	3.89	0.595

Letras iguales dentro de la columna son estadísticamente iguales (Tukey, P ≤ 0.05).
DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

Cuadro 2. Variables antioxidantes en fruto de aguacate maduro nativo de Teziutlán, Puebla.

Forma	Pulpa			Cáscara	
	Fenoles (mg g^{-1})	Carotenoides (mg g^{-1})	Antocianinas (mg Kg^{-1})	Fenoles (mg g^{-1})	DPPH (%)
Piriforme	0.247 a	0.004 a	136.00 a	0.445 a	28.49 a
Ovalado	0.255 a	0.004 a	87.54 ab	0.546 a	21.37 a
Redondo	0.256 a	0.003 a	59.00 b	0.500 a	21.82 a
DMSH	0.052	0.001	52.97	0.153	8.83

Letras iguales dentro de la columna son estadísticamente iguales (Tukey, P ≤ 0.05).
DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

Conclusiones

El aguacate nativo de Teziutlán, Puebla, presenta variabilidad en peso, diámetro polar, contenido de materia seca y contenido de antocianinas. El contenido de materia seca es superior al aguacate Hass y otros frutos de aguacate nativo de México

Literatura citada

Corrales-García, J.E., García-Mateos M. del R., Martínez-López, E., Barrientos-Priego, A.F., Ybarra-Moncada, M. del C., Ibarra-Estrada, E. & Becerra-Morales, D. (2019). Contenido de antocianinas y aceite, perfiles de ácidos grasos y actividad antioxidante de frutos de aguacate criollo mexicano. *Alimentos vegetales para la nutrición humana* 74 (2):210-215.

Montes-Hernández, S., De la Torre-Vizcaino, J. D., Heredia-García, E., Hernández-Martínez, M. & Camarena-Hernández, M.G. (2017). Caracterización morfológica de germoplasma de aguacate mexicano (*Persea americana* var. drymifolia, Lauraceae). *Interciencia* 42 (3): 175-180.

Moreno, E., Ortíz, B., Restrepo, L. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. Revista Colombiana de Química 43(3):41-48.

Rahman, N., Sabang, S. M., Abdullah, R. & Bohari, B. (2022). Antioxidant properties of the methanolic extract of avocado fruit peel (Persea americana Mill.) from Indonesia. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research* 13(3): 166-170.

Torres, R. M., Ruiz, J., & Estrada, I. (2017). Contenido de aceite en frutos de selecciones de aguacate (Persea americana) criollo de clima tropical y subtropical de Nayarit, México. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 8(1): 001-013.

PODA Y ALTURA DE TALLO EN EL NÚMERO DE RAMAS Y CALIDAD DE HIGO

Rocio Elizabeth Velázquez-Cabañas*[1]; Delia Moreno-Velázquez[1]; Armando Ibáñez-Martínez[1]; Sigfrido David Morales-Fernández[1].

[1]Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

* velazquezelizabeth79@gmail.com

Introducción

La producción de higo en México ha incrementado; no obstante, a nivel estatal y regional existe poca información sobre el manejo agronómico, comercialización y consumo, lo que dificultan su expansión (Nievas *et al.,* 2021). Este cultivo con el transcurrir del tiempo se ha adaptado y evolucionado en diversas condiciones agroclimáticas, pasando de árbol a arbusto en la producción intensiva, desarrollándose ecotipos con alto potencial productivo en la región de estudio, tal es el caso del cultivar Netzahualcóyotl en el Estado de México (García-Ruiz, 2014). El estado de Puebla ocupa el quinto lugar en producción de higo y en el municipio de Hueyapan se cultiva el higo Brown Turkey. Aunado a la producción intensiva, la fecha de poda determina el crecimiento de ramas y producción de infrutescencias, por lo que entender las razones y el modo en que cada especie reacciona ante la poda resulta vital para aprovechar al máximo su potencial (Brickell, 2009). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fecha de poda y altura del tallo en el número de ramas y características físicas de infrutescencias de dos genotipos de higo, cultivados en invernadero.

Materiales y métodos

En un invernadero de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, se utilizaron 96 plantas de higo de tres años, 48 del genotipo Brown Turkey y el resto de Netzahualcóyotl, cultivadas a una distancia de 1.5 m entre camas y 1 m entre plantas. Se aplicó un litro de riego por goteo, dos veces por semana y se realizó el control de plagas y enfermedades cuando fue necesario, eliminando hojas y/o mediante control químico. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 x 3; como factor 1 la variedad con dos niveles (Brown Turkey y Netzahualcóyotl), factor 2 la fecha de poda con dos niveles (25 de marzo y 23 de abril de 2025), factor 3 altura de tallo (15, 25 y 50 cm); un total de 12 tratamientos con 8 repeticiones y una planta como unidad experimental. Se contabilizó una vez por semana el número de ramas primarias y secundarias, ramas con presencia de infrutescencias y número de infrutescencias por planta; se cortaron infrutescencias en estado de madurez maduro y se registró el peso de cada una, el diámetro polar, diámetro ecuatorial y firmeza. Los datos de campo obtenidos fueron analizados como un DEBA y los de las infrutescencias completamente al azar, ambos con arreglo factorial y la comparación múltiple de medias por prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS.

Resultados y discusión

Se registraron diferencias significativas con el número de ramas primarias, ramas secundarias, ramas con presencia de fruto y número de frutos por planta. El valor más alto del número de ramas primarias se presentó con Netzahualcóyotl, al podar en la segunda fecha (23 de abril de 2025) con 50 cm de altura de tallo (4 ramas); el número mayor de ramas secundarias fue en Brown Turkey en la segunda poda con 25 cm de altura de tallo (16 ramas). El número mayor de ramas con fruto (8 ramas) y número de frutos por planta (31 infrutescencias) ocurrió en Netzahualcóyotl en la primera fecha con 25 cm de altura de tallo. Los datos obtenidos considerando en promedio seis ramas productivas, fueron similares a los reportados por Ecker *et al.* (2020), quienes obtuvieron 30 infrutescencias por planta con 16 ramas productivas a cielo abierto en el cultivar Roxo de Valinhos. En las características físicas de las infrutescencias, se

registró diferencia significativa en el peso y diámetro ecuatorial, sobresaliendo el genotipo Netzahualcóyotl con la primera fecha de poda y menor altura de tallo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables físicas de infrutescencia de higo Brown Turkey y Netzahualcoyotl en invernadero.

Variedad	Fecha de poda	Altura de tallo (cm)	Peso (g)	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Firmeza (kgf)
Brown Turkey	25/03/2025	15	71.52 ab	79.86 a	50.25 ab	109.38 a
Brown Turkey	25/03/2025	25	62.92 ab	72.89 a	47.98 ab	247.13 a
Brown Turkey	25/03/2025	50	61.20 ab	72.87 a	47.06 ab	232.66 a
Brown Turkey	23/04/2025	15	72.36 ab	76.63 a	46.64 ab	157.90 a
Brown Turkey	23/04/2025	25	62.61 ab	74.29 a	46.46 ab	157.90 a
Brown Turkey	23/04/2025	50	72.64 ab	88.88 a	53.60 ab	263.20 a
Netzahualcoyotl	25/03/2025	15	89.27 a	90.75 a	54.72 a	203.06 a
Netzahualcoyotl	25/03/2025	25	55.81 b	73.61 a	46.13 ab	231.66 a
Netzahualcoyotl	25/03/2025	50	58.55 b	74.69 a	45.48 b	216.78 a
Netzahualcoyotl	23/04/2025	15	64.50 ab	82.91 a	48.34 ab	193.94 a
Netzahualcoyotl	23/04/2025	25	58.89 b	77.84 a	46.96 ab	221.75 a
Netzahualcoyotl	23/04/2025	50	58.65 b	73.61 a	48.46 ab	168.00 a
C.V			26.43	15.25	10.58	53.82
DMSH			29.22	20.06	8.63	181.16

El peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial y firmeza de la infrutescencia de los dos genotipos fueron superiores a los datos reportados por Ecker *et al*. (2020) y Mendonça *et al.* (2021), quienes en Roxo de Valinhos registran valores de 46.72 g de peso, 4.06 cm de diámetro polar, 4.81 de diámetro ecuatorial y 8.42 N (0.86 kg_f) de firmeza.

Conclusiones

La fecha de poda y altura del tallo afecta el crecimiento de ramas e infrutescencias en el cultivo de higo Brown Turkey y Netzahualcóyotl. Las infrutescencias del genotipo Netzahualcóyotl con la primera fecha de poda y menor altura de tallo presenta valores superiores en peso y diámetro ecuatorial.

Literatura citada

Brickell, Ch., Joyce, D., & Frischer, R. C. (2009). Enciclopedia de la Poda de Formación. BLUME. 336 p.

Ecker, S. L., Lugaresi, A., Girardi, G. C., Louis, B., Galon, L., & Giacobbo, C. L. (2020). Conduction systems in fig tree with two cultivars, evaluating fruits quality and yield. *Scientia Agraria Paranaensis*, 1(1), 77–82.

García-Ruiz M.T. (2014). Caracterización morfológica y genética de variedades mexicanas de higo *(Ficus carica L.).* Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. https://1library.co/document/8yd26d1q-caracterizacion-morfologica-genetica-variedades-mexicanas-higo-ficus-carica.html

Mendonça, V., Silva, F.S.O., Alves, A.A., Martin, E.G.P., dos Santos, E.C., de Farias, W.C., & Pereira, E.C. (2021). Comportamiento agronómico de plantas de higuera cultivadas con diferente número de ramas. *International Journal of Agriculture and Natural Resources,* 48 (1), 14-20.

Nievas, W., Villarreal, P., Rodríguez, A., & Gómez, G. (2021). El cultivo de la higuera (*Ficus carica*). Aspectos ambientales y económicos para el Alto Valle del Río Negro. Ediciones INTA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 48 p.

NANOPARTÍCULAS DE HIDROXIAPATITA AUMENTAN FLAVONOIDES, FENOLES Y CAPSAICINOIDES EN FRUTOS DE CHILE HABANERO

Alexis Gabriel Pivaral-Chavez[1*]; Eduardo Arón Flores-Hernández[1]; Javier López-Hernández[1]; Bertha Alicia Cisneros-Flores[1]; Alejandro Moreno-Reséndez[1]; Manuel Fortis-Hernández[2]; Alberto Sánchez-Estrada[3]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Torreón, Coahuila.

[2]Tecnológico Nacional de México-Campus Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón, Coahuila.

[3]Departamento de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora.

* algapc2022@gmail.com

Introducción

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una especie de alto valor agroalimentario por su contenido de compuestos bioactivos como fenoles, carotenoides, flavonoides y capsaicinoides, los cuales contribuyen a sus propiedades antioxidantes y pungentes (de la Cruz-Ricardez *et al*., 2020). Actualmente, el uso de nanomateriales en la agricultura ha surgido como una estrategia innovadora para mejorar propiedades fisiológicas y bioquímicas en los cultivos (Pérez-Hernández *et al*., 2024). Dado a lo anterior, el uso de nanopartículas de hidroxiapatita (nHAp) ha generado relevancia en aplicaciones agronómicas, debido a su posible efecto sobre los procesos metabólicos en plantas (Flores-Hernández *et al*., 2021). En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de las nHAp sobre el contenido de flavonoides, fenoles y capsaicinoides (capsaicina y dihidrocapsaicina) en frutos de chile habanero.

Materiales y métodos

El experimento consistió en aplicar vía foliar las nHAp a macetas con plantas de chile habanero tipo *orange*, se trabajó con cuatro tratamientos (control, 250, 500 y 1000 mg L^{-1}), bajo un diseño completamente al azar. Se inició la cosecha a los 120 días después del trasplante y se analizaron en los frutos frescos flavonoides totales; expresados en mg de quercetina (QE) por g de peso fresco (mg QE g^{-1} PF) y fenoles totales, los resultados se registraron en mg de ácido gálico (AG) equivalente por g de peso seco (mg AG g^{-1} PS), mientras que los capsaicinoides (capsaicina y dihidrocapsaicina) se determinaron en un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC), los resultados se expresaron en mg/kg peso seco. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados y discusión

La aplicación de nHAp produjo un incremento significativo en los compuestos antioxidantes de los frutos de chile habanero, específicamente un 31 % en flavonoides totales y un 41 % en fenoles totales, en comparación con el control (Figura 1). Mutha *et al*. (2021), señalan que el incremento de metabolitos secundarios como los flavonoides y otros compuestos fenólicos benefician tanto a la planta como al consumidor, mejorando la calidad y el valor nutricional de los frutos.

Los resultados de los capsaicinoides no presentaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1), por lo que las nHAp pueden favorecer rutas generales de antioxidantes, pero no necesariamente estimula la ruta específica de los capsaicinoides, es decir, no hay un aumento en la capsaicina y dihidrocapsaicina, esto se debe a que no todos los metabolitos secundarios se ven uniformemente estimulados por un mismo tratamiento de nanopartículas (Selvakesavan *et al*., 2023).

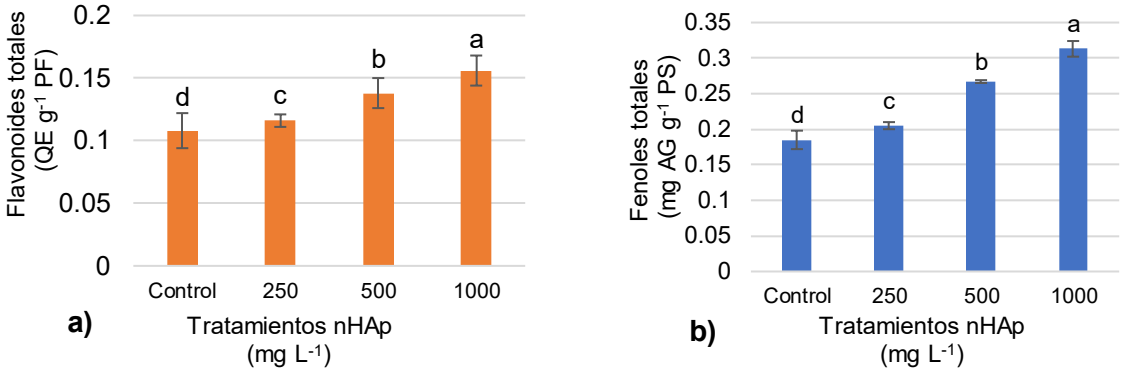


Figura 1. Contenido de a) Flavonoides totales, b) Fenoles totales, en frutos frescos de chile habanero.

Cuadro 1. Concentración de capsaicinoides en los frutos de chile habanero

Tratamientos nHAp	Dihidrocapsaicina (mg/kg)	Capsaicina (mg/kg)
Control	4440.05±362.15 a	9376.22±550.80 a
250 mg L^{-1}	4376.01±292.20 a	10961±1543.08 a
500 mg L^{-1}	4361.39±816.62 a	9638.29±1079.46 a
1000 mg L^{-1}	4391.16±359.5 a	9718.66±2413.82 a

*Valores con letras distintas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey (P≤0.05).

Conclusiones

La aplicación de nHAp aumentó los flavonoides y fenoles totales, mejorando el valor antioxidante de los frutos, pero no influye en el aumento de capsaicinoides (dihidrocapsaicina y capsaicina).

Literatura citada

De la Cruz-Ricardez, D. D., Ortiz-García, C. F. C. F., Lagunes-Espinoza, L. D. C., Torres-de la Cruz, M., & Hernández-Nataren, E. (2020). Compuestos fenólicos, carotenoides y capsaicinoides en frutos de *Capsicum* spp. de Tabasco, México. *Agrociencia*, *54*(4), 505-519. https://doi.org/10.47163/agrociencia.v54i4.2047

Flores-Hernández, E. A., Lira-Saldívar, R. H., Ruiz-Torres, N. A., García-López, J. I., Moreno-Reséndez, A., Rodríguez-Dimas, N., & Mendoza-Retana, S. S. (2021). Síntesis de nanopartículas de hidroxiapatita y su efecto en plántulas de *Raphanus sativus*. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, *8*(1). https://doi.org/10.19136/era.a8n1.2747

Mutha, R. E., Tatiya, A. U., & Surana, S. J. (2021). Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: An overview. *Future journal of pharmaceutical sciences*, *7*(1), 25. doi: 10.1186/s43094-020-00161-8

Pérez-Hernández, H., López-Valdez, F., Juárez-Maldonado, A., Méndez-López, A., Sarabia-Castillo, C. R., García-Mayagoitia, S., & Pérez-Moreno, A. Y. (2024). Implicaciones de los nanomateriales utilizados en la agricultura: una revisión de literatura de los beneficios y riesgos para la sustentabilidad. *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, *17*(32). https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2024.32.69720

Selvakesavan, R.K., Kruszka, D., Shakya, P., Mondal, D., Franklin, G. (2023). Impact of Nanomaterials on Plant Secondary Metabolism. In J. M. Al-Khayri, L. M. Alnaddaf, & S.M. Jain (Eds.), Nanomaterial Interactions with Plant Cellular Mechanisms and Macromolecules and Agricultural Implications (pp. 133-170). Springer, Cham.

EFECTO DE NANOPARTÍCULAS DE ZINC SOBRE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN CHILE HABANERO

Zulema Carlos-López[1*]; Manuel Fortis-Hernández[1]; Alexis G. Pivaral-Chávez[2]; Pablo Preciado-Rangel[1]; Francisco Ruiz-Ortega[1]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila

[2]Universidad Autónoma Agraria Narro, Torreón, Coahuila, México C. P. 27054

* zulemacarlos.16@gmail.com

Introducción

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es un cultivo de alta demanda, ampliamente utilizado en diversas preparaciones culinarias y en la industria alimentaria, su popularidad y versatilidad le han dado amplio reconocimiento (Valenzuela, 2023). Ante el incremento en la demanda de alimentos funcionales, la nanotecnología agrícola emerge como una alternativa para mejorar calidad y valor nutracéutico de los cultivos (Shafiq, 2020). En este contexto, las nanopartículas de óxido de zinc (NPs-ZnO) representan una estrategia prometedora, ya que el Zn interviene en procesos fisiológicos y contribuye a la síntesis de compuestos bioactivos en las plantas (Fortis et al., 2024). Por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de NPs-ZnO sobre los compuestos bioactivos y la actividad enzimática en frutos de chile habanero.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Narro, Unidad Laguna en la ciudad de Torreón, Coahuila, México El cultivo se estableció bajo condiciones de invernadero. El material vegetal utilizado fue chile habanero tipo “Orange”. Se realizaron cuatro aplicaciones de las nanopartículas vía foliar, los tratamientos consistieron en tres concentraciones de NPs-ZnO (20, 30 y 40 mg L^{-1}), además de un testigo. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento. De los frutos frescos se tomaron muestras compuestas a partir de las cuales se obtuvieron extractos para la determinación de compuestos bioactivos como flavonoides totales, fenoles totales y actividad enzimática de la peroxidasa y catalasa. Se llevaron a cabo análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (Tukey: $P \leq 0.05$), en el programa estadístico SAS 9.0.

Resultados y discusión

Los resultados para fenoles mostraron diferencia significativa en el tratamiento con 20 mg L^{-1}, registrando un incremento del 49 % en comparación con el testigo. En cuanto al contenido de flavonoides, las concentraciones de 30 y 40 mg L^{-1} presentaron mayores diferencias respecto al tratamiento control (Figura 1). En relación con la actividad enzimática, la catalasa presentó su mayor incremento en el tratamiento con 40 mg L^{-1}, con una diferencia del 78 % más que el control. Asimismo, el contenido de peroxidasa aumentó en los tratamientos de 20 y 40 mg L^{-1} (Figura 2). En relación con lo anterior, las NPs-ZnO promueven la síntesis de metabolitos secundarios, como fenoles y flavonoides, los cuales actúan como compuestos antioxidantes al neutralizar especies reactivas de oxígeno. Asimismo, favorece el incremento en la actividad de enzimas antioxidantes, fortaleciendo el sistema de defensa del cultivo y contribuyendo a la reducción del daño oxidativo celular bajo condiciones de estrés. (Fortis-Hernández *et al*., 2024).

Conclusiones

La aplicación de NPs-ZnO aumentó significativamente el contenido de fenoles y flavonoides, así como la actividad de enzimas antioxidantes en los frutos de chile habanero, fortaleciendo el sistema de defensa del cultivo y mejorando su respuesta frente al estrés oxidativo. Esto también podría ayudar a producir frutos con mayor valor nutraceútico.

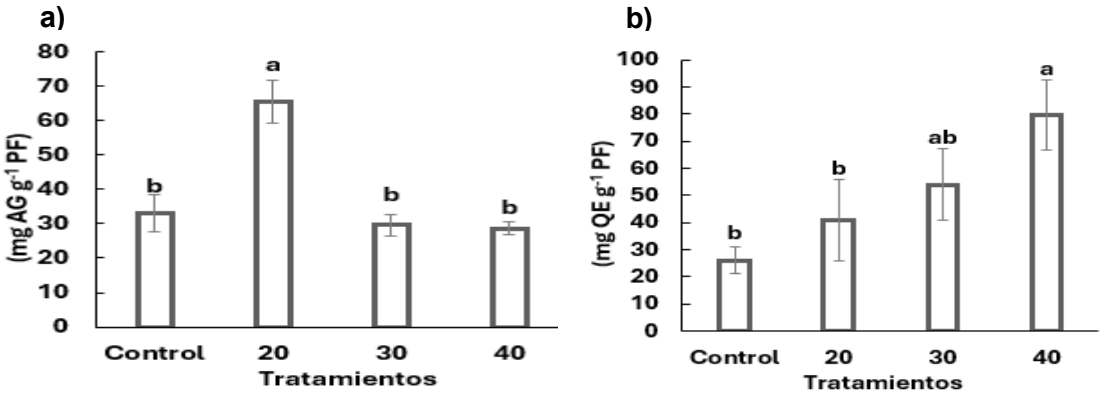


Figura 1. Fenoles totales (a) y Flavonoides totales (b), en frutos de chile habanero. Valores con letras distintas indican diferencia significativa de acuerdo con Tukey (P≤0.05).

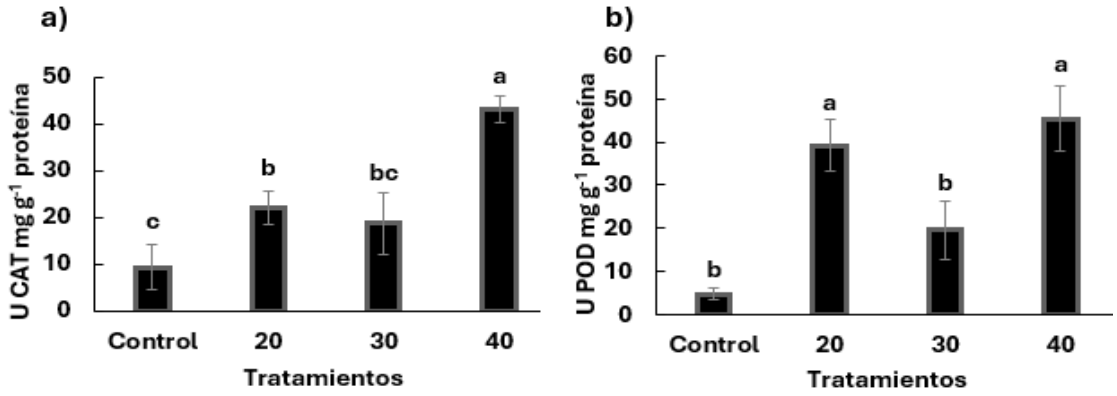


Figura 2. Actividad enzimática. Catalasa (a) y peroxidasa (b), en frutos de chile habanero. Valores con letras distintas indican diferencia significativa de acuerdo con Tukey (P≤0.05).

Literatura citada

Fortis-Hernández, M., Pivaral-Chávez, A. G., Galindo-Guzmán, A. P., Preciado-Rangel, P., Ruiz-Ortega, F. J., & Trejo-Valencia, R. (2024). Nanopartículas de óxido de zinc para incrementar rendimiento, compuestos bioactivos y actividad enzimática en lechuga. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 11(1). https://doi.org/10.19136/era.a11n1.3939

Shafiq, M., Anjum, S., Hano, C., Anjum, I., & Abbasi, B. H. (2020). An Overview of the Applications of Nanomaterials and Nanodevices in the Food Industry. Foods, 9(2), 148. https://doi.org/10.3390/foods9020148

Valenzuela, K. L. (2023). Comercialización de los parentales silvestres del chile habanero con denominación de origen en el sureste mexicano, una oportunidad para la creación de clústers. Revista de Investigación Académica Sin Frontera: Facultad Interdisciplinaria de Ciencias Económicas Administrativas-Departamento de Ciencias Económico Administrativas-Campus Navojoa, (40). https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi40.570

NANOCOMPUESTOS DE ÓXIDO DE SILICIO-COBRE COMO MODULADORES DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN *Solanum lycopersicum*

Alejandra Jarero–Hernández[1]; Luis García–Cerda[2]; Ileana Vera–Reyes[1*]

[1]Departamento de Biociencias y Agrotecnología. [2]Departamento de Materiales Avanzados. Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coah.

* ileana.vera@ciqa.edu.mx

Introducción

Los nanocompuestos de silicio (Si) y cobre (Cu) representan una alternativa innovadora en la nutrición vegetal por su capacidad de modular procesos fisiológicos asociados al crecimiento, y productividad (Rastogi *et al.* 2017). La formulación en nanopartículas de óxido de silicio-cobre (nSi-CuO) permite una liberación controlada de Cu, incrementando su biodisponibilidad y disminuyendo el riesgo de fitotoxicidad frente a fuentes convencionales (Kang *et al.* 2021). Estos sistemas constituyen herramientas prometedoras para esquemas de fertilización de precisión orientados a una agricultura sostenible (Kah *et al.* 2018). El objetivo fue evaluar el efecto de nSi-CuO con 12 y 24 % de Cu sobre el crecimiento y desarrollo de *Solanum lycopersicum* en invernadero.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en invernadero de mediana tecnología con plantas de *S. lycopersicum* L., var. Sun Gold (F1). Las plántulas se establecieron en macetas de 5´´ con sustrato peat moss:perlita (70:30 v/v). Se aplicaron nanocompuestos de nSi–CuO (12 % y 24 % Cu) a 0, 400 y 1600 ppm mediante inmersión aérea y radicular previa al trasplante. Las plantas se evaluaron durante diez semanas después de trasplante (DDT) registrándose altura, área foliar y número de frutos por planta (Kang *et al.* 2021). El diseño fue completamente al azar y las medias se compararon con prueba de Fisher ($p \leq 0.05$).

Resultados

La aplicación de nSi–CuO generó una respuesta diferenciada en las plantas de *S. lycopersicum*. En términos de crecimiento vegetativo, se observó una restricción significativa en los tratamientos con nanocompuestos, evidenciada por una reducción aproximada del 12 % en la altura de planta (59.67 cm) y del 16 % en el área foliar (514.43 cm^2) en comparación con el control (66.13 cm y 615.66 cm^2 respectivamente). En contraste, las variables reproductivas mostraron una respuesta positiva a la aplicación de nSi–CuO, particularmente a la mayor concentración de cobre. El número de frutos por planta se incrementó aproximadamente en un 77 % (14.58) respecto al control absoluto (8.25), lo que sugiere una modificación en la asignación de recursos fisiológicos favoreciendo la fase reproductiva (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de nanopartículas de SiO_2 y SiO_2 – Cu a diferentes concentraciones sobre el crecimiento, biomasa y producción de la planta.

Tratamiento	Área foliar (cm^2)	Peso fresco de hoja (g)	Peso fresco de tallo (g)	Número de frutos	Peso fresco de fruto (g/planta)
Control	615.66±22.00^{a}	21.82±1.67^{a}	13.34±0.94^{a}	8.25±1.20^{b}	6.02±0.98^{c}
SiO_2 (400 ppm)	581.92±24.00^{ab}	17.84±0.75^{b}	11.54±0.55^{ab}	11.67±1.38^{ab}	9.50±1.82^{bc}
SiO_2–Cu 24 % (400 ppm)	530.51±42.18^{b}	16.25±1.14^{b}	10.82±0.70^{b}	11.58±1.59a^{b}	10.13±2.21^{ab}
SiO_2 (1600 ppm)	535.60±23.25^{b}	17.05±0.69^{b}	11.01±0.89^{b}	12.42±0.91^{a}	12.74±3.21^{ab}
SiO_2–Cu 24 % (1600 ppm)	514.43±18.42^{b}	15.80±0.59^{b}	10.01±0.77^{b}	14.58±0.87^{a}	18.24±2.48^{a}

Se presenta la media ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Conclusión

La liberación controlada de cobre nanoestructurado moduló el crecimiento de *Solanum lycopersicum*, limitando el desarrollo vegetativo y favoreciendo la eficiencia reproductiva, lo que confirma su papel en la regulación fisiológica y en la asignación de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos.

Literatura citada

Kah, M., Kookana, R. S., Gogos, A., & Bucheli, T. D. (2018). A critical evaluation of nanopesticides and nanofertilizers against their conventional analogues. *Nature Nanotechnology, 13*(8), 677–684. https://doi.org/10.1038/s41565-018-0131-1

Kang, H., Elmer, W., Shen, Y., Zuverza-Mena, N., Ma, C., Botella, P., White, J. C., & Haynes, C. L. (2021). Silica nanoparticle dissolution rate controls the suppression of *Fusarium* wilt of watermelon (*Citrullus lanatus*). *Environmental Science & Technology*, 55(20), 13513–13522. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07126.

Rastogi, A., Zivcak, M., Sytar, O., Kalaji, H. M., He, X., Mbarki, S., & Brestic, M. (2017). Impact of metal and metal oxide nanoparticles on plant: A critical review. *Frontiers in Chemistry, 5*, 78. https://doi.org/10.3389/fchem.2017.00078

IMPACTO DE LAS NANOPARTÍCULAS DE PLATA (Nps Ag) EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL TOMATE

Leticia Rojas-Sandoval[1*]; Óscar J. Ayala-Garay[1]; Jessica Ramírez-Vázquez[1]; J. Jesús Magdaleno-Villar[2]; Rosa E. Sánchez-Fernández[3]; Elizabeth Navarro-Cerón[3].

[1]Posgrado de RGP-Producción de Semillas. Colegio de Postgraduados. [2]Departamento de Fitotecnia y [3]Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal. Universidad Autónoma Chapingo

* rojas.leticia@colpos.mx

Introducción

El tomate es una de las hortalizas de mayor relevancia mundial, ocupa el segundo lugar en volumen de producción después de la papa. México es el noveno productor mundial. El uso inadecuado de fertilizantes minerales y pesticidas ha provocado problemas ambientales, generando desafíos en el sector agroalimentario global; derivado de esto, cobra relevancia la búsqueda de alternativas que mitiguen su efecto. Una de ellas es la nanotecnología, disciplina que se caracteriza por el uso de micropartículas de entre 1 a 100 nm con aplicación agrícola. Los nanomateriales basados en metales se han consolidado debido a su capacidad para facilitar el suministro de nutrientes, mejorar la eficiencia de los pesticidas, aumentar la resistencia a enfermedades e incrementar el rendimiento de los cultivos de importancia económica (Ashraf *et al*., 2025). En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las Nps Ag en el crecimiento y la productividad en el cultivo de tomate.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó durante el ciclo P-V 2025, en un invernadero del Colegio de Postgraduados en Texcoco, Edo. de México. El almácigo se estableció en charolas de poliestireno de 200 cavidades, como sustrato peat-moss y perlita (en proporción 3:1 v/v). El trasplante se realizó a los 40 dds en bolsas de polietileno negro de 40 x 40 cm, el sustrato fue arena tezontle. Se utilizaron 3 variedades de tomate de crecimiento indeterminado: Moneymaker (MM) de fruto tipo bola; Campeche 40 (C-40) con fruto arriñonado y el híbrido Adonis F1 (AD F1) de fruto tipo saladette. La planta se condujo a un solo tallo, se aplicó solución nutritiva Steiner; los racimos 1, 2 y 4 se relearon a 6 frutos como máximo y en el 3er racimo no hubo raleo, la cosecha se realizó en estado de madurez 5 (rojo pálido del fruto).

Se conformaron 9 tratamientos de la combinación de tres formas de nutrición: Solución Nutritiva Steiner (SNS), SNS + Nps Ag diluidas y SNS + Nps Ag foliares, así como las 3 variedades antes descritas. La aplicación de Nps Ag (de 5.68 ± 1.16 nm y 10 ppm de concentración) se realizó en cinco tiempos: 15, 30, 43, 57, 70 días después del trasplante (DDT). El diseño experimental empleado fue factorial con arreglo en parcelas divididas y 7 repeticiones; la parcela principal fue la forma de nutrición y la parcela secundaria se asignó a los genotipos, la unidad experimental consistió en una maceta por genotipo. Las variables medidas fueron: altura de planta (AP, cm) con flexómetro PRO-8ME-R (Pretul®) y diámetro del tallo (DT, mm) de la planta con un vernier CALDI-6MP (Truper®) a los 71 DDT; número de frutos del 3er racimo (NF3), rendimiento (R en kg, peso total de frutos del 1° al 4° racimo) y peso fresco promedio de los frutos del 4° racimo (PF, g), ambos medidos con una báscula portátil MED060 (Steren®).

Resultados y discusión

Los genotipos presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en cada variable (Cuadro 1), AD F1 presentó valores superiores en altura, rendimiento por planta y peso promedio del racimo

cuatro, C-40 presentó mayor diámetro del tallo y finalmente MM presentó mayor número de frutos en el racimo tres; lo último coincide con lo reportado por Rebollo (2012) el genotipo MM posee como característica morfológica buena formación de ramillete. La aplicación de Nps Ag mostró efectos significativos ($p \leq 0.05$) en las variables DT y PF, la Aplicación Foliar y la Aplicación en Solución de Nps Ag presentaron promedios menores, respectivamente que el control. No hubo diferencias significativas en AP (Cuadro 1), estos resultados coinciden con Guzmán *et al.* (2026) en tomate la aplicación de Nps Ag de tamaño 70 nm con 5 y 10 mg Ag Nps L^{-1} reportaron ausencia de diferencias significativas en longitud de tallo y la producción de biomasa. Por otro lado, el DT mostró diferencias significativas, el control presentó valores de medias superiores (12.482 mm) comparado con las aplicaciones en solución (11.277 mm) y foliar (12.118 mm) (Cuadro1). Las respuestas obtenidas en R y PF en este experimento difieren con lo reportado por Ashraf *et al.* (2025), quienes encontraron que la aplicación Nps Ag de tamaño 1.89 ± 0.09 nm en concentración 100 µg mL^{-1} en tomate aumento el peso promedio del fruto (50.2%) y número de frutos por planta (55.4 %).

Cuadro1. Comparación de medias de variables morfológicas evaluadas en tres variedades de tomate sometidas a 35 ppm de Nps Ag diferentes métodos de nutrición.

Fuente Variación	AP cm	DT mm	R kg planta^{-1}	PF g	NF3
Formas de nutrición					
Aplicación Foliar	192.176 a	12.118 ab	3.322 a	147.617 b	11.750 a
Aplicación Solución Nutritiva	199.667 a	11.727 b	3.236 a	152.924 ab	13.000 a
Control	197.681 a	12.482 a	3.326 a	164.599 a	11.167 a
Genotipo					
Adonis F1	249.143 a	11.345 b	4.286 a	195.596 a	9.500 b
Moneymaker	158.200 c	12.331 a	3.037 b	124.657 b	15.417 a
Campeche 40	182.181 b	12.651 a	2.560 c	124.657 c	11.000 b

AP=Altura de la planta, DT= Diámetro de tallo, R= Rendimiento, PF= Pesos de fruto, NF3= Número de frutos. Letra diferente en la misma columna significa estadísticamente diferente con $p \leq 0.05$.

Conclusiones

La aplicación de Nps Ag no influyó en la altura de la planta, rendimiento por planta y número de frutos del racimo 3; en contraste, disminuyó el diámetro del tallo y peso promedio de fruto. En el presente estudio no hubo evidencia de que las Nps Ag favorezcan o afecten al crecimiento de las plantas (altura) y rendimiento por planta. En cuanto a los genotipos evaluados, AD F1 presentó mayor rendimiento y peso promedio del fruto que MM y C-40.

Literatura citada

Ashraf, H., Anjum, T., Ahmad, I. S., Ahmed, R., Aftab Z-e-H. & Rizwana, H. (2025). Phytofabricated silver nanoparticles unlock new potential in tomate plants by combating wilt infection and enhancing plant growth. *Scientific reports*. 15, e-10527. https://doi.org/10.1038/s41598-025-89724-4

Guzmán-Báez, G. A., Trejo-Téllez, L. I., Navarro-López, D. E., Mejía-Méndez, J. I. & Gómez-Merino, F. C. (2026). Influence of silver nanoparticles (AgNPs) on vegetative growth and concentrations of nutrients and phytohormones in tomate. *Plants*, 15(3), e405. https://doi.org/10.3390/plants15030405

Rebollo López M. (2012). El tomate en Gran Canaria: cultivo, empresa, aparcería y exportación (1930-1970). Tesis de doctorado en Historiografía, fuentes y métodos de la investigación históricas. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. https://accedacris.ulpgc.es/jspui/handle/10553/9809

IMPACTO DE CONSORCIOS DE *TRICHODERMA Y BACILLUS* EN EL CRECIMIENTO DE PEPINO BAJO INVERNADERO

Nazario Francisco-Francisco[1*], Ángel Sánchez-Cortez[1], Alejandro Morales-Ruiz[1], Jorge Francisco León-De la Rocha[1] y Patricia Hernández-Herrera[1]
[1]Departamento de Agricultura Sustentable y Protegida. Universidad Tecnológica de Tehuacán..
*nazariof.francisco@uttehuacan.edu.mx

Introducción

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es uno de los vegetales más cultivados alrededor del mundo y es de importancia económica en varios estados de México ya sea bajo producción protegida y en campo abierto. El uso de microorganismos benéficos, entre los que se encuentran hongos antagónicos y bacterias para el biocontrol, ha sido relevante para la producción sustentable del pepino. Las especies de *Trichoderma* son bien conocidas por su antagonismo contra los fitopatógenos, (Howell, 2006). *Bacillus* spp. son bacterias reconocidas por sus efectos en la supresión de enfermedades fitopatógenas (Castro *et al*., 2019; Kämpfer *et al*., 2016). No obstante, existe limitada información sobre sus efectos en el crecimiento y desarrollo en cultivares hortícolas de alto rendimiento. El cultivar centauro es ampliamente cultivado en la región de Tehuacán, Puebla debido a su alto potencial de rendimiento, pero no existe información acerca de su respuesta a la inoculación con microorganismos benéficos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de consorcios de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. en el crecimiento y floración de pepino cv. centauro bajo condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

Fueron establecidas plantas de pepino (*Cucumis sativus* L., cv. centauro) bajo condiciones de invernadero en la Universidad Tecnológica de Tehuacán (18° 24´ 51´´ N, 97° 20´ 00´´ O) a una temperatura que osciló entre 19°C a 35°C. El consorcio a base de *Trichoderma* spp. (*T. harzianum*, *T. asperellun*, y *T. viridae*) se aplicó a una concentración de 10^5 conidios/mL, contados en cámara neubahuer. El consorcio a base de *Bacillus* spp (*B. pumilus*, *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, y *B. polimixa*) se aplicó a una concentración de 10^5 UFC/mL, el cual fue ubicado por Nefelometría en la escala de Mcfarland. El tratamiento testigo consistió en agua corriente. La inoculación se realizó al drench a partir del día 33 después de siembra y fueron aplicados a intervalos de siete días con un volumen de 200 ml por planta. El experimento se condujo bajo el diseño de bloques completos al azar, con 40 plantas por tratamiento, teniendo como unidad experimental una planta; el total fue de 120 plantas entre los tres tratamientos. Fueron evaluadas la altura de las plantas, diámetro de tallo, cantidad de hojas por planta, y cantidad de flores. La altura de las plantas se midió con un flexómetro desde la base del suelo hasta el ápice. El diámetro de tallos se midió con un vernier digital marca Mitutoyo el cual cuenta con una precisión de ±0.01 mm. Los datos fueron analizados bajo análisis de varianza (ANOVA) y prueba de medias con Tukey a una probabilidad del 95% mediante el software SAS 4.0 (Instituto SAS, Inc., Cary, Carolina del Norte).

Resultados y discusión

En el día 60, después de comenzados los tratamientos, las plantas tratadas con *Bacillus* spp. presentaron en promedio 7% de superioridad en la cantidad de hojas, 8% de superioridad en la altura de plantas, y 11% de superioridad en la cantidad de flores con respecto al tratamiento con el consorcio de Trichodermas y el testigo. No se registraron diferencias entre los tratamientos en la variable diámetro de tallos (Cuadro 1). Varios estudios han reportado que *Bacillus* spp. estimulan a las plantas a través de la producción de la fitohormona ácido indol acético (IAA), lo cual mejora la solubilización de nutrientes, particularmente fósforo y potasio (Castro *et al*., 2019). Previos estudios indican que *Trichoderma* spp. debe colonizar las raíces para estimular los

procesos bioquímicos de las plantas (Howell, 2006). Este experimento sugiere que *Bacillus* spp. presenta mayor rapidez en su establecimiento, lo cual explicaría la estimulación temprana en las plantas. Ambos microorganismos han sido aplicados de manera combinada dando como resultado mayor acumulación de biomasa y atributos de calidad de cebolla (Younes *et al*., 2023).

Cuadro 1. Respuesta de las variables de crecimiento y floración de pepino (*Cucumis sativus* L.) a la aplicación de consorcios de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp.

Variable medida		40 dds	47 dds	54 dds	61 dds
Altura (m)	Testigo	0.97 ± 0.2 b	1.50 ± 0.3 b	1.95 ± 0.3 b	2.3 ± 0.41 b
	Trichoderma spp.	1.03 ± 0.2 ab	1.56 ± 0.2 b	2.0 ± 0.32 ab	2.4 ± 0.34 b
	Bacillus spp.	1.09 ± 0.2 a	1.68 ± 0.1 a	2.1 ± 0.23 a	2.5 ± 0.26 a
Diámetro de tallo (mm)	Testigo	9.27 ± 1.3 a	10.8 ± 1.5 a	12.1 ± 2.0 a	12.8 ± 1.9 a
	Trichoderma spp.	9.78 ± 1.6 a	10.9 ± 1.5 a	12.0 ± 1.5 a	12.8 ± 1.5 a
	Bacillus spp.	9.31 ± 1.3 a	11.2 ± 1.6 a	12.3 ± 1.6 a	12.9 ± 1.6 a
Cantidad de hojas	Testigo	11.6 ± 2.1 a	16.6 ± 2.4 b	21.4 ± 2.6 b	25.0 ± 2.8 b
	Trichoderma spp.	11.9 ± 2.0 a	17.1 ± 2.1 ab	21.5 ± 2.1 ab	25.7 ± 2.6 b
	Bacillus spp.	11.5 ± 1.5 a	17.8 ± 1.6 a	22.4 ± 1.9 a	27.3 ± 1.8 a
Cantidad de flores	Testigo	5.45 ± 0.9 b	8.60 ± 1.0 c	12.4 ± 0.9 c	17.6 ± 2.2 b
	Trichoderma spp.	6.05 ± 1.1 a	9.15 ± 0.9 b	13.8 ± 1.4 b	18.1 ± 2.1 b
	Bacillus spp.	6.33 ± 0.9 a	11.3 ± 1.4 a	15.4 ± 1.6 a	20.4 ± 2.4 a

Medias (n = 40) con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$).

Conclusiones

Los consorcios bacterianos a base de *Bacillus* spp. a una concentración de 10^5 UFC/mL estimulan el crecimiento y floración de pepino cv. centauro hasta 11% en invernadero, mientras que el consorcio a base de *Trichoderma* spp. a 10^5 conidios/mL, no impacta de manera significativa.

Literatura citada

Castro, D. S., Inguanzo, L. G., del Monte-Martínez, A., & Badía, M. M. R. (2019). Factibilidad biológica del uso de cepas de Bacilli productoras de ácido 3 indolacético en el crecimiento in vitro del cultivo del arroz. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, *7*(1), 10.

Howell, C. R. (2006). Understanding the mechanisms employed by *Trichoderma virens* to effect biological control of cotton diseases. *Phytopathology*, 96(2), 178-180.

Kämpfer, P., Busse, H. J., Glaeser, S. P., Kloepper, J. W., Hu, C. H., & McInroy, J. A. (2016). Bacillus cucumis sp. nov. isolated from the rhizosphere of cucumber (*Cucumis sativus*). *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 66(2), 1039-1044.

Younes, N. A., Anik, T. R., Rahman, M. M., Wardany, A. A., Dawood, M. F., Tran, L. S. P., & Mostofa, M. G. (2023). Effects of microbial biostimulants (*Trichoderma album* and *Bacillus megaterium*) on growth, quality attributes, and yield of onion under field conditions. *Heliyon*, 9(3).

VARIABILIDAD AGROMORFOLÓGICA DE CHILE TABICHE (*Capsicum annuum* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

Reynaldo Hernandez-Lopez[1]; José Cruz Carrillo-Rodriguez[1*]; José Luis Chávez-Servia[2]; Gisela Virginia Campos-Angeles[1]; Aracely Minerva Vera-Guzmán[2]

[1]Tecnólogico Nacional de México, Campus Valle de Oaxaca (ITVO)

[2]CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional

*jcarrillo_rodriguez@hotmail.com; rey_her97@hotmail.com

Introducción

El chile es un cultivo de gran relevancia económica y cultural en México, consumido en fresco, deshidratado y seco, además de aportar compuestos bioactivos que favorecen la salud humana (Makhziah y Mujoko, 2021). En donde la gran diversidad de chiles silvestres y nativos constituye un recurso local de enorme valor y arraigado a la cultura de comunidades rurales e indígenas. (Morales y Villegas, 2025). En este contexto, en Oaxaca, el chile tabiche se produce en municipios como Ejutla de Crespo y Miahuatlán de Porfirio Díaz, donde forma parte de la cocina tradicional. Sin embargo, en las últimas décadas su consumo ha disminuido debido a la sustitución por variedades comerciales, lo que ha provocado que las nuevas generaciones desconozcan su existencia y ha acelerado la erosión genética de las poblaciones nativas (Sclavo et al., 2024). Ante este panorama, el objetivo del presente estudio fue evaluar la variabilidad fenotípica de poblaciones nativas de chile tabiche con base en caracteres agromorfológicos de rendimiento, en condiciones de invernadero, utilizando como testigo poblaciones de chile costeño, con el fin de generar información que contribuya a su conservación y aprovechamiento.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, con un diseño de bloques completamente al azar y tres repeticiones. Se evaluaron 33 poblaciones de chile como tratamientos (28 de chile tabiche y 5 de chile costeño como testigo), sembrados en camas de 28 m × 0.5 m, con arreglo topográfico a tres bolillos de doble hilera (40 cm entre plantas y 30 cm entre hileras). El manejo incluyó riego por cintilla, tutoreo con rafia y aplicaciones preventivas contra plagas y enfermedades. El material vegetal fue proporcionado por el CIIDIR-IPN,Unidad Oaxaca, con procedencia de la Sierra Sur y Valles Centrales de Oaxaca. Se registraron variables agromorfológicas: altura de planta (30, 60 y 90 días después del trasplante), número de días a floración, fructificación y maduración, diámetro de tallo, número de bifurcaciones, densidad de ramificación, número y peso de frutos verdes y maduros, largo y ancho de fruto, peso individual de fruto, número de flores, número de días a secado y pérdida de humedad. Se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias por el método Tukey ($P<0.05$).

Resultados y discusión

En el análisis de varianza se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la mayoría de variables evaluadas. En la comparación de medias (Cuadro 1), las poblaciones de chile costeño tienen una mayor altura a la primera bifurcación. Las poblaciones de chile tabiche son más precoces en días a floración, fructificación y maduración en comparación de las poblaciones de chile costeño. El chile tabiche presenta valores sobresalientes en diámetro de tallo (11.46 mm), peso de frutos maduros por planta (152.93 g), peso de frutos verdes por planta (323.59 g), peso total de frutos por planta (455.37 g), largo (73.86 mm) y ancho (25.36 mm) de fruto, peso individual de fruto (15.31 g), los chiles tabiches tardan 4 días más en secar a diferencia del chile costeño, así como una mayor pérdida de peso. Las poblaciones de chile costeño difieren significativamente en número de flores (484.84).

Conclusiones

El chile tabiche mostró mayor precocidad, peso y dimensiones de fruto respecto al costeño, confirmando su potencial productivo y de calidad. La variabilidad observada resalta el valor de las poblaciones nativas como recurso genético estratégico, cuya conservación es esencial frente al desplazamiento por variedades comerciales y el riesgo de erosión genética.

Cuadro 1. Comportamiento promedio de poblaciones de chile tabiche y costeño en caracteres de planta y fruto relacionados al rendimiento.

Variables evaluadas	Tabiche	Costeño
Altura a los 30 días después del trasplante	57.27 a	55.18 a
Altura a los 60 días después del trasplante	144.27 a	142.50 a
Altura a los 90 días después del trasplante	211.60 a	212.76 a
Altura a la primera bifurcación	39.74 b	45.84 a
Días a floración	64.05 b	67.33 a
Días a fructificación	72.53 b	75.93 a
Días a maduración	115.60 b	125.07 a
Diámetro de tallo	11.46 a	10.83 b
Número de bifurcación a amarre	4.78 a	4.74 a
Densidad de ramificación	5.44 a	5.44 a
Bifurcaciones totales	17.29 a	17.69 a
Número de frutos maduros por planta	11.12 a	10.13 a
Peso de frutos maduros por planta	152.93 a	85.29 b
Número de frutos verdes por planta	35.14 a	37.50 a
Peso de frutos verde por planta	323.59 a	240.77 b
Número total de frutos por planta	44.70 a	45.34 a
Peso total de frutos por planta	455.37 a	306.73 b
Número de flores	384.49 b	484.84 a
Largo de fruto	73.86 a	68.82 b
Ancho de fruto	25.36 a	18.03 b
Peso individual de fruto	15.31 a	9.52 b
Días a secado	25.50 a	21.40 b
Pérdida de humedad	81.30 a	77.88 b

Medias con la misma letra no difieren significativamente (prueba de Tukey, $p < 0.05$).

Literatura citada

Makhziah, M. and Mujoko, T. (2021). Chili plants: Nutrition content and local varieties as a renetic resources. *NST Proceedings*. DOI: 10.11594/nstp.2021.0902

Morales, V. G. y Villegas, R. M. I. (2025). Etnobotánica de los chiles silvestres en dos comunidades ch'oles de Tacotalpa, Tabasco, México. *Polibotánica*, (60), 441-457. Epub 10 de noviembre de 2025.https://doi.org/10.18387/polibotanica.60.26

Sclavo, C. D., Pérez V. L., Hernández M. E. (2024). El chile tabiche: memoria, reencuentro y acción comunitaria en Santo Domingo Tomaltepec, Oaxaca, México. Naturaleza y Sociedad. *Desafíos Medioambientales*, 8. https://doi.org/10.53010/NLTT9430

RESISTENCIA A VIRUS EN COLECTAS DE TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horn.)

Aureliano Peña-Lomelí[1]; Ariadna Goreti López-Méndez[2]; Santos Gerardo Leyva-Mir[3], Efrén Cíntora-Portuguez

[1]Departamento de Fitotecnia. Instituto de Horticultura. [2]Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT). Adscrita a la Universidad Autónoma Chapingo. [3]Departamento de Parasitología Agrícola

* penalomeli@gmail.com

Introducción

El tomate de cáscara, es un cultivo estratégico para México, no solo por su papel central en la gastronomía y cultura, sino también por su relevancia económica como la quinta hortaliza más cultivada en el país. Sin embargo, enfrenta retos fitosanitarios críticos. Su potencial productivo se ve seriamente afectado por dichos problemas, siendo las enfermedades virales la principal causa de pérdidas económicas, puede comprometer entre 80 % y 100 % de la producción esperada por el productor en casos de alta incidencia. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue corroborar e identificar fuentes de resistencia y/o tolerancia a virus en tres poblaciones de tomate de cáscara (48, 147 y 170) del Banco de Germoplasma de Especies Nativas (BNGEN) de la Universidad Autónoma Chapingo.

Materiales y métodos

Se utilizaron tres poblaciones de tomate de cáscara (48, 147 y 170 BNGEN) identificados como resistentes a virus en estudios previos (Tuxtla-Andrade, 2021). El inóculo se obtuvo de plantas infectadas de tomate de cáscara, jitomate y uchuva, estandarizando una solución vírica a $1x10^{10}$ partículas por mililitro, la cual se inoculó mecánicamente en plántulas de un mes de edad. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones. Se registró altura final (A, en cm), incidencia final (I, en %), severidad (S, en %), área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) y materia seca total (MST, en g). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y a una prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Los análisis de varianza indicaron significancia ($\alpha \leq 0.05$) en las fuentes de variación inoculación (INO) en todos los caracteres evaluados y en las colectas (COL) en A y MST. La interacción de ambos factores (INOxCOL), no mostró significancia en los caracteres evaluados ($\alpha \leq 0.05$), por lo que los genotipos tienen comportamiento igual en ambos experimentos. Los coeficientes de variación (CV) a excepción de ABCPE fueron bajos, menores de 23 %, por lo que la información generada puede considerarse confiable.

En cuanto a la interacción inoculo x colecta (INOxCOL), la Figura 1 muestra la comparación de medias de las condiciones experimentales (testigo e inoculado) para cada colecta. La colecta 147 presento el mejor desempeño ($\alpha \leq 0.05$) al pasar del testigo al tratamiento con virus en uno de los cuatro caracteres evaluados, a diferencia de las dos colectas restantes. Estos mecanismos de defensa antiviral en plantas pueden estar mediados por la inmunidad innata, el silenciamiento del ARN, la represión traduccional o la resistencia al movimiento sistémico del virus (Majumdar et al., 2023).

Por otro lado, la incidencia, la MST y la ABCPE fueron iguales en todas las poblaciones, esto indica que, a partir de esa fecha, los virus infectaron las células de los hospedantes. Este fenómeno se asocia al ciclo de patogenicidad viral, en el cual el patógeno reprograma

activamente el entorno celular. De acuerdo con Leonetti et al. (2021), los virus de plantas despliegan estrategias para secuestrar los factores de iniciación de la traducción y los ribosomas del hospedante, asegurando que la síntesis de proteínas virales prevalezca sobre la producción de proteínas esenciales para el desarrollo y la defensa de la planta.

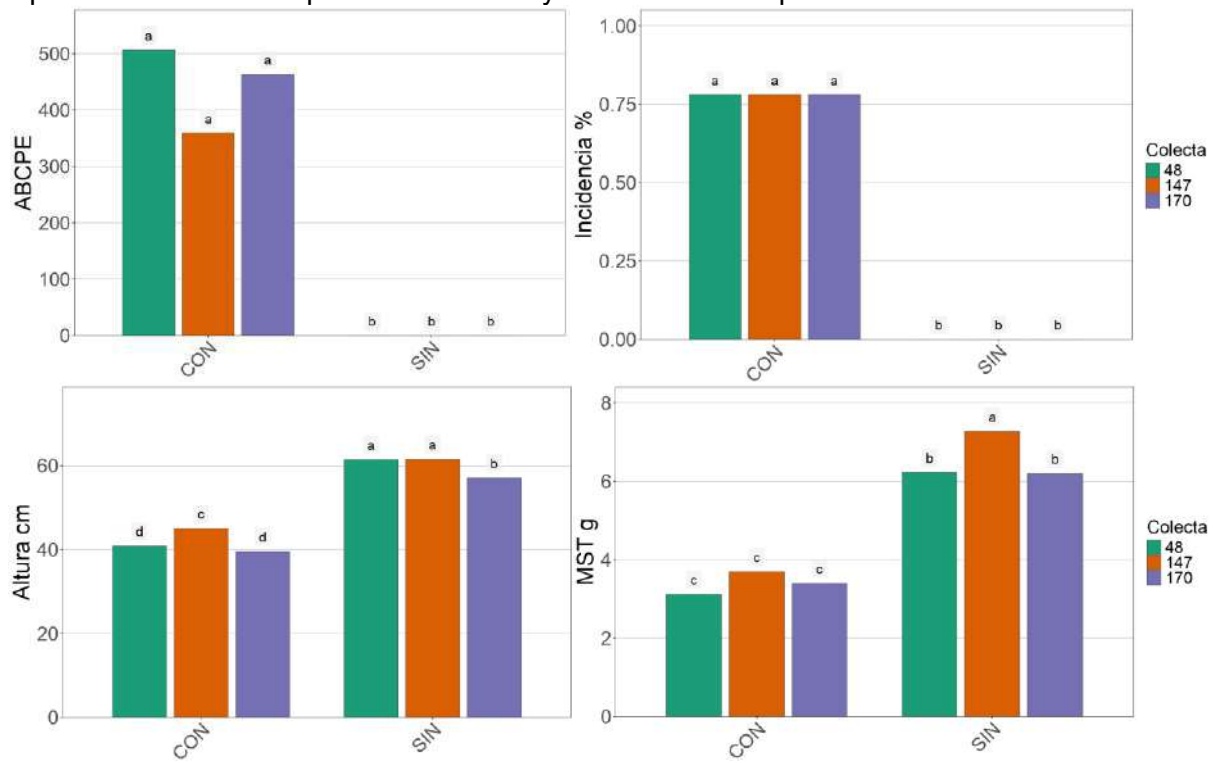


Figura 1. Comparaciones de medias de la interacción INOxCOL de tres poblaciones de tomate de cáscara expuestos a dos inoculaciones (CON y SIN virus). ABCPE: área bajo la curva del progreso de la enfermedad, MST: materia seca total. Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, α≤0.05).

Conclusiones

Los resultados identificaron fuentes de resistencia y tolerancia al complejo viral en las colectas 48, 147 y 170 del BNGEN. Estos materiales son candidatos viables para programas de mejoramiento genético en tomate de cáscara.

Literatura citada

Leonetti, P., Stuttmann, J. & Pantaleo, V. (2021) Regulation of plant antiviral defense genes via host RNA-silencing mechanisms. *Virology Journal,* 18, 194. https://doi.org/10.1186/s12985-021-01664-3

Majumdar A, Sharma A, Belludi R. (2023). Natural and Engineered Resistance Mechanisms in Plants against Phytoviruses. *Pathogens*;12(4):619. https://doi.org/10.3390/pathogens12040619.

Tuxtla Andrade M. R. M. (2021). ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A VIRUS EN TOMATE DE

CÁSCARA (Physalis ixocarpa Brot. ex Horm.). Universidad Autónoma Chapingo. https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/d10f76f7-14de-44b9-8235-a9558a7b62b1

CARACTERIZACION DE CHILE CHILTEPÍN (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) MEDIANTE ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES

Julio Cesar Garcia-Villaseñor, Carlos Patricio Sauceda-Acosta, Rosario Angelica Salcido-Santillán, Oscar Antonio Bojórquez-Chaidez

Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, Sinaloa

* jcgv1091@gmail.com

Introducción

C. annuum fue domesticado a partir del chile chiltepín silvestre (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) hace unos 8,000 años en una región que abarca la América tropical y subtropical (Davenport, 1970; Hunziker, 2001; Perry et al., 2007). Lo que provoca que la producción a gran escala de este siga siendo técnicamente un reto. Este estudio evalúa varios rasgos fenotípicos de una manera cuantitativa y de alto rendimiento mediante la visión por computadora con cámaras RGB convencionales o teléfonos celulares que es una tecnología altamente asequible y beneficiosa. El análisis de imágenes digitales en un entorno controlado ofrece alta resolución, alto rendimiento y una evaluación precisa de los rasgos de interés del cultivo, comparable con la recopilación de datos humanos (Brandon-Ricárdez, R et al., 2020). El objetivo de esta investigación es conocer las características del chile chiltepín y si el tamaño influye en la cantidad de semillas obtenidas.

Materiales y métodos

La semilla utilizada fue de chiltepín silvestre procedente de la sierra del Fuerte, Sinaloa. El fruto maduro se clasifico visualmente por tamaños: chicos, medianos y grandes, de cada categoría se seleccionaron 30 frutos, la extracción fue de manera manual mediante el uso de un mortero y pinzas de disección, pesadas en una balanza analítica de marca Satorius modelo CP224S. Las muestras de las semillas de cada fruto fueron digitalizadas con un escáner de cama plana de la marca Canon, modelo Scaner Lide 300, se utilizó un fondo negro para mejorar el contraste. Cada muestra se digitalizó una vez. El formato para guardar las imágenes fue JPG a color, con resolución de 300 píxeles por pulgada (ppp) y dimensiones de 2550 píxeles de ancho por 3507 píxeles de alto. Las características de la semilla se obtuvieron mediante análisis de imágenes digitales con el programa Macgran-IJ (Sauceda *et al*., 2023), con el cual se midió el tamaño (mm^2), número de semillas por fruto, largo, ancho, perímetro (mm) e intensidad de la semilla. El color se obtuvo en el espacio RGB (por sus siglas en inglés, Red = rojo; Green = verde; Blue = azul). El análisis de los datos se realizó con el programa SAS en línea (SAS® OnDemand For Academics). Las variables antes mencionadas fueron comparadas mediante ANDEVA (Tukey, α=0.05).

Resultados y discusión

El tamaño del fruto ejerce un efecto significativo y consistente sobre la forma de las semillas, el número de semillas por fruto es mayor en los medianos y grandes, superando a los frutos chicos, el peso de la semilla fue subiendo conforme al tamaño grande, mediano, chico mientras en el tamaño de semilla es mayor en frutos medianos, semillas más grandes en área no necesariamente proviene de frutos más grandes y en intensidad de semilla los chicos y grandes presentan valores similares y superiores a los medianos. El tamaño del fruto afecta de forma consistente y significativa las dimensiones morfológicas del chile chiltepín: Grande presenta los mayores valores de largo, ancho y perímetro, seguido por Mediano y finalmente Chico, con separación significativa entre los tres niveles (Tukey, $\alpha = 0.05$). En Intensidad, el patrón se invierte y el efecto es más discreto: Chico > Mediano > Grande, también con diferencias significativas. Se alinea estrechamente con McCaughey-Espinoza et al. (2020)., (i) más semillas en frutos de mayor desarrollo (lo que en tu caso distingue Chico de Mediano/Grande); divergencias en atributos fisicoquímicos/color que no escalan linealmente con el tamaño.

Cuadro 1. Variables analizadas en las semillas.

Semillas	Peso (g)	Número de semillas	Tamaño (mm)	Intensidad
Chicas	0.0196 c	11.7667 b	3.8809 c	132.2543 a
Medianas	0.0449 b	27.6667 a	6.9488 a	68.2371 b
Grandes	0.0665 a	27.6 a	5.1637 b	128.6409 a
Media	0.0437	22.34	5.33	109.71
C.V. (%)	28.54	34.35	12.53	7.5
DSH	0.0077	4.7255	0.4115	5.0671

Literales distintas por columna indican diferencia estadística no significativo; CV, coeficiente de variación; DSH, diferencia significativa honesta (Tukey, α = 0.05).

Cuadro 2. Variables analizadas en los frutos.

Frutos	Largo (mm)	Ancho (mm)	Perímetro (mm)	Intensidad
Chico	5.62 c	4.78 c	17.31 c	73.52 a
Mediano	7.33 b	6.11 b	22.45 b	70.15 b
Grande	8.64 a	6.61 a	26.09 a	66.36 c
Media	7.2	5.83	21.95	70.01
C.V. (%)	13.14	13.32	13.18	7.44
DSH	0.58	0.48	1.78	3.21

Literales distintas por columna indican diferencia estadística no significativo; CV, coeficiente de variación; DSH, diferencia significativa honesta.

Conclusión

El tamaño del fruto de chiltepín condiciona rasgos clave de la semilla. Frutos medianos y grandes concentran más semillas; las semillas más pesadas provienen de frutos grandes, mientras el área máxima aparece en frutos medianos. La intensidad es mayor en frutos chicos y grandes. Estos patrones orientan selección y manejo.

Literatura citada

Brondo-Ricárdez, R., Domínguez-Angulo, S., Pérez-Hernández, I., & D'Artola-Barceló, L. A. (2020). Tratamientos pregerminativos a semillas y desarrollo inicial de plántulas de chile amashito (*Capsicum annuum* L. var. glabriusculum). *Agro Productividad*, 13, 53–60.

Davenport, W. A. (1970). Progress report on the domestication of Capsicum (chili peppers). *Proceedings of the Association of American Geographers*, 2, 46–47.

McCaughey-Espinoza, D. M., Buitimea-Cantúa, G. V., Buitimea-Cantúa, N. E., Ayala-Astorga, G. I., & Ochoa-Meza, A. (2020). Propiedades fisicoquímicas y rendimiento de frutos de chile chiltepín (*Capsicum annuum* var. glabriusculum) cultivados bajo diferentes condiciones de crecimiento. *Idesia*, 38(3), 77–88.

Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D. M., Piperno, D. R., et al. (2007). Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science*, 325, 986–988. https://doi.org/10.1126/science.1136914.

EFECTO DEL EXTRACTO ACUOSO DE LLANTÉN MENOR (*Plantago lanceolata*) EN LA PRODUCCIÓN DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

Jose Enrique Silva-Cortes[1]; Eliazar Aquino-Torres[1]; Antonio de Jesus Cenobio-Galindo[1]; Mariana Saucedo-García[1]; Manases González-Cortázar[2]; Sergio Rubén Pérez-Ríos[1]; Ma Isabel Reyes-Santamaría[1]; Iridiam Hernández-Soto[1]*

[1]Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias

[2]Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro de Investigación Biomédica del Sur, Xochitepec México

*iridiam_hernandez@uaeh.edu.mx

Introducción

En México, la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) supera el millón de toneladas anuales (SIAP, 2023), lo que la consolida como un cultivo de importancia económica. No obstante, el manejo agronómico continúa dependiendo en gran medida del uso de insumos sintéticos, lo que ha favorecido el interés por alternativas más sostenibles. En este contexto, los bioestimulantes de origen natural han cobrado relevancia por su capacidad para mejorar la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés abiótico y biótico (Calvo et al., 2014). Entre estas alternativas, el llantén menor (*Plantago lanceolata*) destaca por su alto contenido de metabolitos secundarios con actividad reguladora del crecimiento vegetal (Kowalski et al., 2020). Por ello, en esta investigación se plantea que la aplicación foliar de su extracto al 2.0% v/v puede potenciar el vigor vegetativo del cultivo de pepino de manera competitiva frente a productos comerciales.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en Tulancingo de Bravo, Hidalgo, con 45 plantas de pepino de la variedad “Marvila”, bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos: control, extracto de *P. lanceolata* al 2.0% v/v y producto químico comercial al 0.35% p/v, con quince repeticiones. El extracto se preparó a partir de hojas secas y maceradas en agua. Se aplicaron cuatro aspersiones semanales y, a los 28 días, se evaluaron las variables de crecimiento, floración y biomasa. Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba LSD ($\alpha = 0.05$).

Resultados y discusión

El análisis de varianza y la prueba LSD ($\alpha < 0,05$) evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos y el control (Figura 1). El tratamiento químico mostró los mayores incrementos en la altura y el diámetro del tallo (137% y 113%), mientras que el extracto de llantén menor destacó en el número de hojas y de flores (113% y 125%). En la biomasa aérea, ambos tratamientos presentaron incrementos, sobresaliendo el natural en peso fresco (168%) y el químico en peso seco (168%). En las variables radiculares, el tratamiento químico fue más eficiente, con aumentos de hasta 107% en la longitud, 250% en el peso fresco y 233% en el peso seco, aunque el tratamiento natural también promovió incrementos relevantes. La respuesta positiva del pepino al extracto de llantén menor sugiere que sus metabolitos secundarios favorecen la expansión celular, el desarrollo foliar y la transición reproductiva, procesos clave para el rendimiento (Taiz et al., 2015; Torres-Mendoza, 2025). Asimismo, el fortalecimiento del sistema radicular mejora la absorción de nutrientes y la estabilidad metabólica en condiciones de invernadero (González-Fuentes et al., 2023). Estos resultados coinciden con estudios sobre extractos botánicos y marinos que reportan mejoras en la arquitectura radicular, la eficiencia nutricional y el rendimiento del pepino (García-Sánchez et al., 2024; Silva-Matos et al., 2023), lo que valida al llantén menor como una alternativa viable entre los bioproductos agrícolas.

Conclusiones

El extracto acuoso de llantén menor favorece el crecimiento del pepino, especialmente en la formación de hojas y flores, y representa una alternativa sustentable y de bajo costo para reducir el uso de insumos sintéticos, contribuyendo a una producción agrícola con menor impacto ambiental.

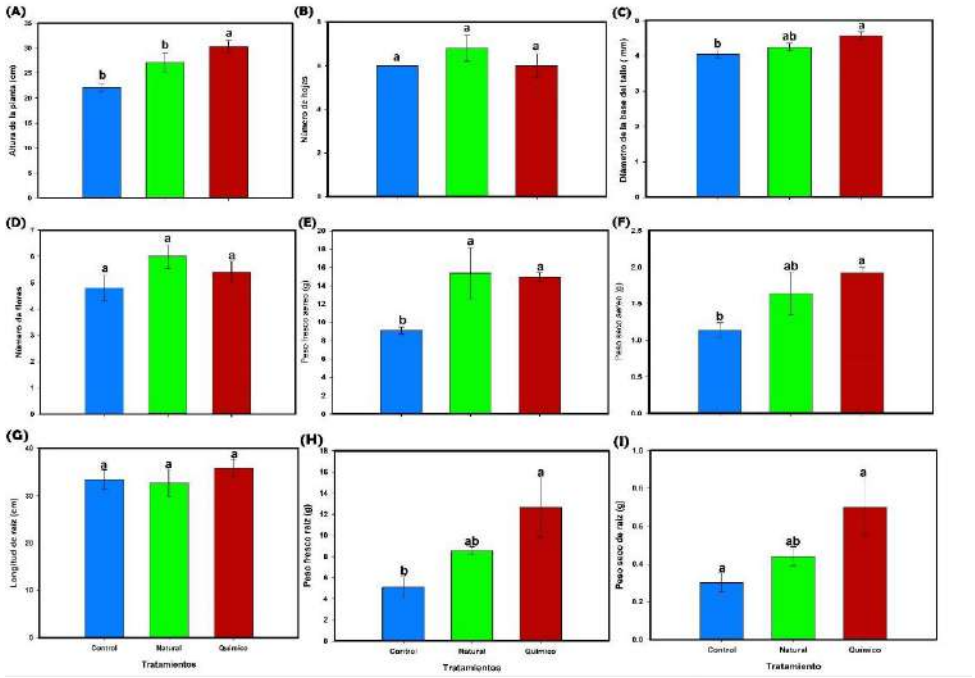


Figura 1. Variables agronómicas evaluadas en la producción de pepino tras la aplicación de distintos tratamientos. Las barras representan el error estándar de la media de acuerdo con la prueba de diferencia mínima significativa de LSD de Fisher (α = 0,05); n =15.

Literatura citada

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41.

García-Sánchez, F. (2024). Synergistic effects of seaweed extracts on nutrient uptake and root architecture in greenhouse cucumber. *Scientia Horticulturae*, 325, 112–124. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112624

Kowalski, R., Baj, T., & Kowalska, G. (2020). *Plantago lanceolata* L. as a source of bioactive compounds with potential agricultural applications. *Industrial Crops and Products*, 144, 112235. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112235

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2023). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

Silva-Matos, R. (2023). Botanical extracts as biostimulants: Growth and yield responses in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(5), 2890–2905. https://doi.org/10.1007/s00344-022-10756-x

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Fisiología vegetal* (6a ed.). Publicacions de la Universitat Jaume.

Torres-Mendoza, M. (2025). Uso de extracto de *Moringa oleifera* como promotor de crecimiento en hortalizas de fruto. *Journal of Agricultural Innovation*, 12(1), 45–58.

SOLUBILIZACIÓN DE FÓSFORO POR *Saccharomyces paradoxus* EN BIOLES ELABORADOS CON PULPA DE CAFÉ

Román Sánchez-Carrillo*; Alejandra Sahagún-García; Luis A. Hernández Pedraza; Brian A. Domínguez-López

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo

*rsanchezc@chapingo.mx

Introducción

Las levaduras han cobrado una relevancia significativa en la agricultura moderna como agentes de promoción del crecimiento vegetal (LPCV) y biocontroladores, ofreciendo una alternativa sostenible frente al uso excesivo de fertilizantes y pesticidas sintéticos que degradan la biodiversidad del suelo y contaminan el entorno (Hernández-Fernández *et al*., 2021; Nimsi *et al*., 2023). Estos microorganismos unicelulares, pertenecientes principalmente a los filos Ascomycetes y Basidiomycetes, se encuentran comúnmente en la rizosfera y la filósfera de todo tipo de cultivos, entre ellos el maíz, el trigo y el arroz (Nimsi *et al*., 2023). Su importancia radica en que son organismos generalmente reconocidos como seguros, lo que facilita su aplicación en campo sin riesgos para la salud humana o animal (Nimsi *et al*., 2023; Mir *et al*., 2025). El funcionamiento de las levaduras se divide en mecanismos directos e indirectos; los directos incluyen el suministro de nutrientes esenciales, donde destaca la capacidad de fijación de nitrógeno y la solubilización de fósforo y potasio mediante la producción de ácidos orgánicos (Hernández-Fernández *et al*., 2021; Mir *et al*., 2025). Especies como *Meyerozyma guilliermondii* y *Torulaspora globosa* han demostrado ser altamente eficientes en la liberación de estos minerales de formas insolubles en el suelo, mejorando la nutrición y el rendimiento de cultivos como el arroz y el tomate (Amprayn *et al*., 2012; Nimsi *et al*., 2023). Asimismo, las levaduras actúan como bioestimulantes al producir fitohormonas como las auxinas (IAA), giberelinas, citocininas y ácido abscísico (ABA), las cuales regulan el desarrollo de las raíces laterales, la germinación y la tolerancia a factores ambientales adversos (Mir et al., 2025; Nimsi et al., 2023). En cuanto a los mecanismos indirectos, las levaduras funcionan como biopesticidas contra fitopatógenos mediante la competencia por nutrientes y espacio, la producción de compuestos volátiles orgánicos (VOCs) y la secreción de "toxinas killer" (Hernández-Fernández *et al*., 2021). En el laboratorio de Fisiología Vegetal del Departamento de Fitotecnia se logró aislar una levadura, identificada como *Saccharomyces paradoxus* capaz de solubilizar fósforo, la cual se utilizó para solubilizar este y otros elementos presentes en la pulpa de café, obteniéndose valores muy por encima del rango con respecto a los testigos.

Materiales y métodos

Los bioles se elaboraron a base de melaza al 5%, la pulpa de café se utilizó al 11% peso, volumen (Rivera, J. R., 2022), el diseño experimental consistió en biol (A) con levaduras solubilizadoras de fósforo más melaza, biol (B) levaduras solubilizadoras de fósforo más melaza y pulpa de café, biol (C) pulpa de café más levaduras, el inoculo de las levaduras fue de 1.5 $x10^7$ células por mililitro, las determinaciones de N, P, K, Ca, Na se realizaron de acuerdo con la metodología de ión selectivo, mediante los ionometros marca Horiba, LAQUAtwin. Se realizaron análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey ($P \leq 0.05$)

Resultados y discusión

Entre los bioles formulados, el biol B mostró los mejores resultados, este biol contenía levaduras solubilizadoras de fósforo (Eloisa-Santana A., 2025), melaza y pulpa de café. Se confirmó el incremento del parámetro P, debido a la actividad metabólica de la cepa microbiana, elevándose prácticamente al triple, siendo el elemento con mayor aumento. Asimismo, el potasio se elevó 1.7 veces, el N en forma de NO_3 se duplicó (Cuadro 1). Estos resultados indican que los metabolitos

solubilizadores de fósforo producidos por la levadura tienen la capacidad de extraer este elemento de la pulpa. Actualmente, dicho biol se está evaluando en plantas de café para determinar su efecto en la nutrición y biodisponibilidad de los diferentes elementos evaluados.

Cuadro 1: valores de los iones (ppm) determinados en los bioles, variables con diferente letra son estadísticamente significativas p>0.05

VARIABLE	BIOL A: LEVADURA + MELAZA	BIOL B: LEVADURA + MELAZA + PULPA	BIOL C: MELAZA + PULPA
NO_3	1100^b	2100^a	1100^b
POTASIO	5000^b	8600^a	5000^b
CALCIO	90^a	39^b	39^b
SODIO	77^b	93^a	50^c
FÓSFORO	130^b	380^a	120^b
CONDUCTIVIDAD	9.73^b mS/cm	13.67^a mS/cm	8.28^b mS/cm
PH	4.6^a	4.5^a	4.6^a

Valores con la misma letra en las filas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey (P≤0.05)

Conclusiones

El microorganismo *Saccharomyces paradoxus* fue capaz de extraer el P, K y N de la pulpa de café, permitiendo su solubilización en el biol elaborado.

Literatura citada

Eloisa-Santana Alfredo. (2025). *Levaduras del pulque como potencial bioinsumo.* Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo

Amprayn, K. O., Rose, M. T., Kecskés, M., Pereg, L., Nguyen, H. T., & Kennedy, I. R. (2012). Plant growth promoting characteristics of soil yeast (Candida tropicalis HY) and its effectiveness for promoting rice growth. *Applied Soil Ecology*, *61*, 295–299.

Hernández-Fernández, M., Cordero-Bueso, G., Ruiz-Muñoz, M., & Cantoral, J. M. (2021). Culturable Yeasts as Biofertilizers and Biopesticides for a Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review. *Plants*, *10*(5), 822. https://doi.org/10.3390/plants10050822

Mir, G. H., Gupta, V., Sharma, A., Jamwal, G., Gupta, S. K., & Razdan, V. K. (2025). Yeast as a Source of Metabolites for Agricultural Applications. En J. Poveda et al. (Eds.), *Fungal Metabolites for Agricultural Applications*. Fungal Biology. Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-031-76587-2_2

Nimsi, K. A., Manjusha, K., Kathiresan, K., & Arya, H. (2023). Plant growth-promoting yeasts (PGPY), the latest entrant for use in sustainable agriculture: a review. *Journal of Applied Microbiology*, *134*(2), lxac088. https://doi.org/10.1093/jambio/lxac088

Rivera, J. R. (2022). Mierda a la carta: un nuevo ABC de la agricultura orgánica. Ibukku LLC.

GERMINACIÓN *in vitro* DE DOS CULTIVARES DE ALCATRAZ (*Zantedeschia aethiopica* Spreng)

Ma. de Jesús Juárez-Hernández; Edna F. Valdez-Hernández*; Sandy Luis-Lara.
Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo
juarezhma@yahoo.com.mx

Introducción

La primera variedad de alcatraz registrada en México fue “Deja Vu”, la espata es blanca, rosada y verde; su tamaño es igual o mayor que la del alcatraz ‘Criollo´ blanco y el manejo agronómico es similar. Su crecimiento y producción ha sido adecuado en zonas tropicales de altura en Veracruz, México a 2,000 msnm (Cruz y Torres, 2017). Uno de sus progenitores es el alcatraz “Diosa verde” que presenta un hábito perenne y espatas con atractivos colores verde y blanco. La técnica de cultivo *in vitro* tiene alta capacidad comercial ya que proporciona rápido crecimiento, buena calidad de producción y homogeneidad de las plantas; sin embargo, se debe tener cuidado al seleccionar los explantes adecuados que garanticen la mayor sanidad y calidad de las plantas madre. El objetivo de este trabajo fue realizar pruebas de germinación *in vitro* de semillas de dos cultivares de alcatraz para establecer las bases de un protocolo para la obtención de explantes libres de patógenos.

Materiales y métodos

De los cultivares “Diosa verde” y “Deja Vú” se utilizaron semillas en estado maduro de autopolinizado sometiéndose a una escarificación manual del 50 %. Desinfección: Inmersión en etanol 96 % al 10 % (v/v) por 10 minutos, inmersión en solución de Hipoclorito de sodio comercial (NaOCl) al 10 % por 10 min, inmersión en solución de plata coloidal 1.5 mL por 10 min, inmersión en solución de Chitosan 250 ml L^{-1} por 60 min, con triple enjuague entre cada inmersión y al final. El medio de cultivo consistió en sales orgánicas MS (Murashige y Skoog, 1962) al 25 %, adicionado con 100 mg L^{-1} de myo inositol,1 g L^{-1} de carbón, 400 mg L^{-1} de chitosan y 30 g L^{-1} sacarosa y pH ajustado a 5.7. El diseño fue un factorial donde el factor uno constó de concentraciones de 2,4-D µM L^{-1} y factor dos la escarificación (Tabla 1), con tres replicas, respectivamente. Los datos obtenidos se evaluaron con un análisis de varianza y una prueba de media de Tukey y SAS® versión 9. Cada semana se cuantificó el porcentaje de contaminación y germinación de las semillas.

Resultados y discusión.

Cultivar Diosa Verde. Los porcentajes de germinación *in vitro* mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha \leq 0.05$) entre el mayor 93.33 % y menor 6.67 %, con la concentración de 1.14 µM L^{-1} de 2,4-D a los 63 días después de la siembra (dds). Los tratamientos con semillas escarificadas mostraron los más altos porcentajes de germinación en las tres diferentes concentraciones de 2,4-D. Estos tratamientos mostraron las mayores velocidades de germinación, siendo las únicas en germinar en el día 21 dds. Con respecto al porcentaje de contaminación, la concentración alta de 2,4-D de 1.14 µM L^{-1} produjo la contaminación más alta, de 6.66 % y fue la única en presentar contaminación (Cuaddro 1). Cultivar **Deja Vu.** También mostró diferencias significativas a los 63 dds (Cuadro 1). Las semillas escarificadas mostraron mayor porcentaje de germinación. Se puede apreciar que los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron con la concentración más baja de 2,4-D en semillas escarificadas (T2). No se presentó germinación en semillas sin escarificar con la misma concentración de 2,4-D (T1). Los tratamientos con semillas escarificadas fueron adecuados para incrementar y acelerar la germinación. El cultivar “Diosa Verde” tuvo el mayor porcentaje de germinación en la concentración más alta de 2,4-D, a diferencia del cultivar “**Deja Vu**” que obtuvo los mejores resultados en la concentración más baja de 2,4-D. Los resultados confirmaron que la escarificación en semillas de alcatraz facilita la actividad germinativa obteniendo más del 60 %.

Esto concuerda con Luna y Fontana (2022) al explicar que la escarificación facilita la difusión de gases a través de los microporos de la cubierta seminal, lo cual es esencial para evitar la anoxia (falta de oxígeno) durante las primeras etapas de la germinación, también se ha demostrado en semillas de *Lupino spp* (Cárdenas-Munguía *et al.,* 2022) o con *Neonotonia wightii* (Flores *et al*. 2020) que alcanzaron porcentajes de germinación mayores al 90 % cuando la semilla se sometió a algún tipo de escarificación.

Cuadro 1. Efecto del 2,4-D y la escarificación sobre la germinación y contaminación *in vitro* de semillas de dos cultivares de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* Spreng)

	Tratamientos		**Germinación (%)**			**Contaminación (%)**		
	Dosis		Día 21	Día 42	Día 63	Día 21	Día 42	Día 63
ID	2,4-D µM L-^{1}	Escarificación			**Diosa verde**			
T1	0.28	Sin	0.0 a	13.33 b	46.7 bc	0 a	0 a	0 a
T2	0.28	Con	33.3 a	60.00 a	73.3 ab	0 a	0 a	0 a
T3	0.57	Sin	0.0 a	13.33 b	46.7 bc	0 a	0 a	0 a
T4	0.57	Con	13.3 ab	40.00 a	60.0 ab	0 a	0 a	0 a
T5	1.14	Sin	0.0 a	6.67 b	6.7 d	0 a	0 a	0 a
T6	1.14	Con	26.7ab	53.33 a	93.3 a	0 a	6.7 a	6.7 a
					Deja vu			
T1	0.28	Sin	0 a	0 a	0 b	0 a	0 a	0 a
T2	0.28	Con	20 a	60 a	86.7 a	0 a	0 a	0 a
T3	0.57	Sin	0 a	6.7 a	13.3 b	0 a	0 a	6.7 a
T4	0.57	Con	13.3 a	33.3 a	60 ab	13.3 a	13.1 a	13.1 a
T5	1.14	Sin	0 a	0 a	6.7 b	0 a	0 a	0 a
T6	1.14	Con	13 a	40 a	46.7 ab	6.7 a	13.1 a	13.1 a

Los datos representan la media de tres repeticiones por tratamiento (n= 15). Letras iguales en cada columna no difieren estadísticamente para α≤0.05, según la Prueba de Tukey.

Los diferentes requerimientos hormonales o nutrimentales de ambas variedades se le puede atribuir a que el cultivar “Deja Vu”, surgió al cruzar “Green Goddess” (Diosa Verde) (padre) X plántulas de “Pink Mist” (madre) (Cruz-Castillo *et al*., 2017).

Conclusión

Los cultivares Diosa Verde y “Deja Vu” difieren en su respuesta a los reguladores de crecimiento; con respecto a la escarificación, ésta en ambos cultivares ayudó a obtener mayor número de plantas y acelerar el tiempo de germinación.

Literatura citada

Cárdenas-Murguía, A., Pérez-Álvarez, S., Salas-Salazar, N. A., Rodríguez-Roque, M. J., Soto-Caballero, M. C., & Flores-Córdova, M. A. (2022). Escarificación y germinación de semillas de *Lupinus spp. in vitro* y en sustrato. RIIIT. Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica,310(58),63-73. https://riiit.com.mx/apps/site/files_v2450/germina2_semill_chih._3_riiit_div_sept-oct_2022.pdf

Cruz-Castillo, J.G.; Torres-Lima. P.A. 2017. ’Deja Vu’: Un nuevo cultivar de alcatraz *Zantedeschia aethiopica*. Revista Chapingo Serie Horticultura 23(2):97-101.

Flores, E. M., Caceres, W. E., Aguirre, L. T., & Castillo, M. S. (2020). Efecto de la escarificación en la germinación de semillas de soya forrajera perenne *Neonotonia wightii*. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31(3), e16728. http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.16728

Luna, C. V., & Fontana, M. L. (2022). Morpho-physiological characterization and germinative response of *Delonix regia* (Bojer) raf seeds subjected to different pre germinative treatments. South Asian Journal of Biological Research, 5(1), 12-25. https://doi.org/10.36636/366368212

Murashige, T., & Skoog, F. (1962)3. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x

EFECTO DE BACTERICIDAS AGRÍCOLAS EN EL ESTABLECIMIENTO *IN VITRO* DE BROTES ETIOLADOS DE AGUACATE

Isaí Monroy-González[1*]; Libia I. Trejo-Téllez[1]; Gregorio Arellano-Ostoa[2]; Alejandro F. Barrientos-Priego[4]; Fernando C. Gómez-Merino[3]; Alma D. Abarca-Cervantes[3]

[1]Posgrado en Edafología, [2]Posgrado en Fruticultura, [3]Posgrado en Fisiología Vegetal. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

[4]Posgrado en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo

*monroy.isai@colpos.mx

Introducción

La propagación vegetativa convencional de portainjertos de aguacate es una técnica costosa, requiere mucho tiempo y espacio; el cultivo *in vitro* ofrece la posibilidad de solucionar algunos de estos inconvenientes. Sin embargo, una etapa crucial es el establecimiento, debido a la alta incidencia de contaminación y necrosis (García-Cabrera *et al*., 2025). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos bactericidas agrícolas comerciales en el establecimiento *in vitro* de brotes de aguacate.

Materiales y métodos

Se realizó un experimento factorial 3 × 4 con 16 repeticiones para evaluar combinaciones de Fungimycin® 100 (estreptomicina 18.75 % + oxitetraciclina 2 %) en 0, 0,6 y 1,2 g L^{-1} y Kasumin® (kasugamicina 2.3 %) en 0, 1, 2 y 4 mL L^{-1}.

En invernadero se injertaron plantas de aguacate con varetas de 1-2 yemas del portainjerto 'Duke 7'. Cuando las yemas presentaron aproximadamente 3 mm de crecimiento, las plantas se mantuvieron en oscuridad. Cuando los brotes etiolados alcanzaron 40-50 cm, fueron podados y en laboratorio se seccionaron en estacas con 3-4 yemas y se lavaron durante 30 min con agua corriente. En campana de flujo laminar se colocaron en agitación constante con: 1) mezcla de fungicidas (0.125 g Benomilo L^{-1}, 0.25 g Manzeb® 80WP L^{-1} y 0.25 g Captán 50WP L^{-1}) por 3 min; 2) tratamientos de bactericidas por 3 min y 3) cada tratamiento se dejó 30 s en etanol al 70 %, con enjuagues de 2 min con agua destilada estéril entre etapas. El medio de cultivo fue Steiner (1961) 10 % complementado con: 37.3 mg NaFeEDTA L^{-1}, 0.1 g mio-inositol L^{-1}, 0.5 mg piridoxina L^{-1}, 1 mg ácido nicotínico L^{-1}, 0.1 mg tiamina L^{-1}, 1 mg benciladenina L^{-1}, 0.05 mg ácido 1-naftalenoacético L^{-1}, 15 g sacarosa L^{-1}, y 5 g agar L^{-1} (Sigma-Aldrich). El pH se ajustó a 5.7. El material se incubó a 25-30 °C con fotoperiodo de 16 h luz/8 h oscuridad. A los 21 días se evaluó: sobrevivencia de explantes asépticos, contaminación (fúngica o bacteriana) y necrosis.

Resultados y discusión

No se observó un efecto claro de Kasumin® pero sí se observaron tendencias con Fungimycin® 100. El tratamiento con la concentración más alta de ambos bactericidas tuvo la mayor sobrevivencia (68.75 %). Dos combinaciones con la mayor concentración de Fungimycin® 100 (1.2 g L^{-1}) presentaron menor contaminación por bacteria (25 %), y tres de cuatro no presentaron contaminación por hongo, a diferencia de las concentraciones más bajas (0 y 0.6 g L^{-1}), en las cuales tres de cuatro combinaciones presentaron este tipo de contaminación. Esto coincide con Akram *et al.* (2018), quienes reportaron que estreptomicina además de bactericida también tiene efecto fúngico. Por otro lado, el tratamiento con 0.6 g Fungimycin® 100 L^{-1} + 0, 1 o 2 mL Kasumin L^{-1} tuvo la mayor contaminación por bacteria, incluso mayor que el tratamiento sin bactericidas, lo que coincide con Shen *et al.* (2023), quienes comentan que puede existir un efecto de hormesis al mezclar bactericidas. Así también, se pudo observar que la falta de estreptomicina disminuye necrosis y aumenta sobrevivencia posiblemente debido a toxicidad inducida por este aminoglucósido tal como lo reportaron por Gerszberg y Grzegorczyk-Karolak (2019).

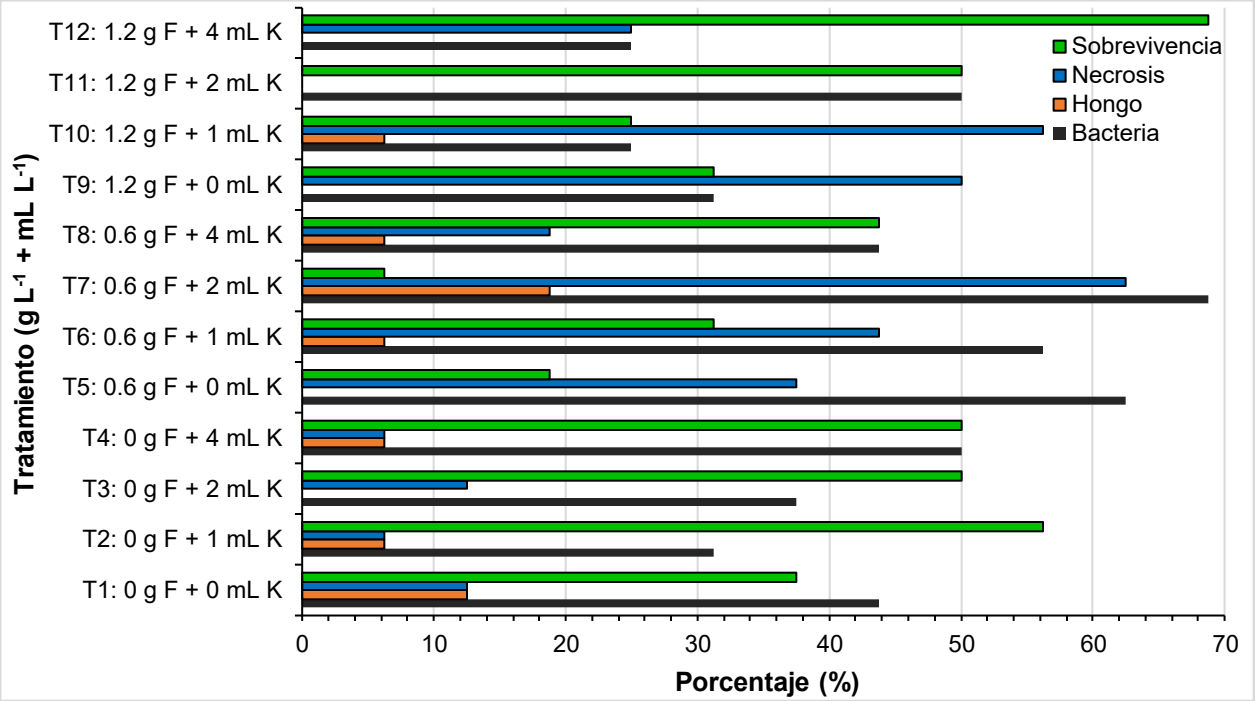


Figura 1. Efecto de la combinación de dos bactericidas agrícolas comerciales: Fungimycin® 100 (A) y Kasumin® (K); en el establecimiento *in vitro* de brotes etiolados de aguacate 'Duke 7'.

Conclusiones

Los bactericidas agrícolas comerciales disminuyeron los porcentajes de contaminación, necrosis y aumentaron el porcentaje de sobrevivencia. El mejor tratamiento de desinfección fue aquel con las dosis más altas de ambos bactericidas 1.2 g Fungimycin® 100 L^{-1} + 4 mL Kasumin® L^{-1}.

Literatura citada

Akram, S., Khan, S. M., Khan, M. F., Khan, H. U., Tariq, A., Umar, U. U. D., & Gill, A. (2018). Antifungal activity of different systemic fungicides against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* associated with tomato wilt and emergence of resistance in the pathogen. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 30 (2).

García-Cabrera, F., Castro, M., Cautin, R., Estay, C., Guzmán, L., Marchant, M. J., & Guerra, F. (2025). Optimizing *in vitro* establishment protocols for 'Merensky 2' avocado rootstock (*Persea americana* Mill.). *Horticulturae, 11*(8).

Gerszberg, A., & Grzegorczyk-Karolak, I. (2019). Influence of selected antibiotics on the tomato regeneration in *in vitro* cultures. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 558–564.

Shen, H., Yang, M., Wang, J., Zou, X., Tong, D., Zhang, Y., Tang, L., Sun, H., & Yang, L. (2023). Dose-dependent joint resistance action of antibacterial mixtures in their hormetic effects on bacterial resistance based on concentration addition model. *Science of the Total Environment*, 861.

Steiner, A., A. (1961). A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil 15: 134–154.

EFECTO DE SILICIO EN EL CULTIVO *IN VITRO* DE AGUACATE

Alma D. Abarca-Cervantes[1*]; Fernando C. Gómez-Merino[1]; Libia I. Trejo-Téllez[2]; Gregorio Arellano-Ostoa[3]; Alejandro F. Barrientos-Priego[4]; Isaí Monroy-González[2].

[1]Posgrado en Fisiología Vegetal; [2]Posgrado en Edafología; [3]Posgrado en Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. [4] Posgrado en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo

*abarca.alma@colpos.mx

Introducción

La propagación *in vitro* de aguacate es una alternativa a la propagación por el método de Frolich y Platt (1972), que permitiría la producción masiva de plantas reduciendo tiempo y costos. Sin embargo, presenta limitaciones, principalmente en la etapa de establecimiento, la cual es muy susceptible a la oxidación y a la contaminación por hongos o bacterias (Hiti-Bandaralage *et al*., 2017). El silicio (Si) es un bioestimulante, involucrado en mitigar diversas condiciones de estrés tanto biótico como abiótico (Trejo-Téllez y Gómez-Merino, 2023). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de Si en el medio de cultivo y en el establecimiento de explantes de aguacate ˈDuke 7ˈ.

Materiales y métodos

En el establecimiento *in vitro* de explantes de aguacate ˈDuke 7ˈ se implementó un experimento factorial 2 × 2, el factor Si por inmersión en la predesinfestación (0 y 0.8 mM de Si) y el factor Si en el medio de cultivo (0 y 0.8 mM de Si) con 20 repeticiones.

Como medio de cultivo se utilizó la solución Steiner al 10 % (Steiner, 1961) que además incluyó: 37.3 mg NaFeEDTA L^{-1}, 0.1 g mio-inositol L^{-1}, 0.5 mg piridoxina L^{-1}, 1 mg ácido nicotínico L^{-1} y 0.1 mg tiamina L^{-1}, 1 mg benciladenina L^{-1}, 0.05 mg ácido 1-naftalenoacético L^{-1}, 15 g sacarosa L^{-1}, 5 g agar L^{-1} (Sigma-Aldrich). Se ajustó el pH a 5.7. Se adicionó 0.8 mM Si al medio en los tratamientos correspondientes.

Los explantes de 3 cm de longitud se enjuagaron por 40 min en agua corriente. Posteriormente, en campana de flujo laminar, se aplicó el tratamiento de 0 y 0.8 mM Si por inmersión por 15 min. Luego, se prosiguió con el protocolo de desinfestación por inmersión en una mezcla de fungicidas (0.125 g Benomilo L^{-1}, 0.25 g Manzeb® 80WP L^{-1} y 0.25 g Captán 50WP L^{-1}) por 3 min; en bactericida (4 mL Kasumin® L^{-1} + 1.2 g Fungimycin® 100 L^{-1}) por 3 min y en etanol al 70 % por 30 s y enjuagues con agua destilada estéril durante 2 min entre etapas y al final. Se realizó la siembra de un explante con dos yemas por tubo con medio de cultivo con 0 y 0.8 mM Si, de acuerdo a su tratamiento. Se llevó el material sembrado a un cuarto de crecimiento donde se mantuvo a una temperatura de 25-30 °C con 16 h luz y 8 h oscuridad durante 20 d.

Resultados y discusión

El establecimiento *in vitro* de aguacate puede ser afectado por la contaminación con hongo y bacteria, o bien, por la necrosis del tejido vegetal (Hiti-Bandaralage *et al*., 2017). Mediante la aplicación de 0.8 mM Si en el medio de cultivo se puede incrementar el porcentaje de sobrevivencia (60 %) y disminuir el porcentaje de contaminación por hongos (25 %). En ningún tratamiento hubo necrosis de los explantes, lo que sugiere que los procesos oxidativos en el tejido podrían ocurrir pasados los 20 d (Figura 1). La aplicación de Si no erradicó la contaminación bacteriana. Con la aplicación en conjunto de Si en el medio y en la predesinfestación no mejoró algún parámetro, lo que indica que la forma de suministrarlo es importante para su efectividad. Los resultados son congruentes con reportes sobre el efecto de Si en condiciones de estrés, donde se reduce el daño por hongos y mitiga el daño oxidativo (Coskun *et al*., 2019).

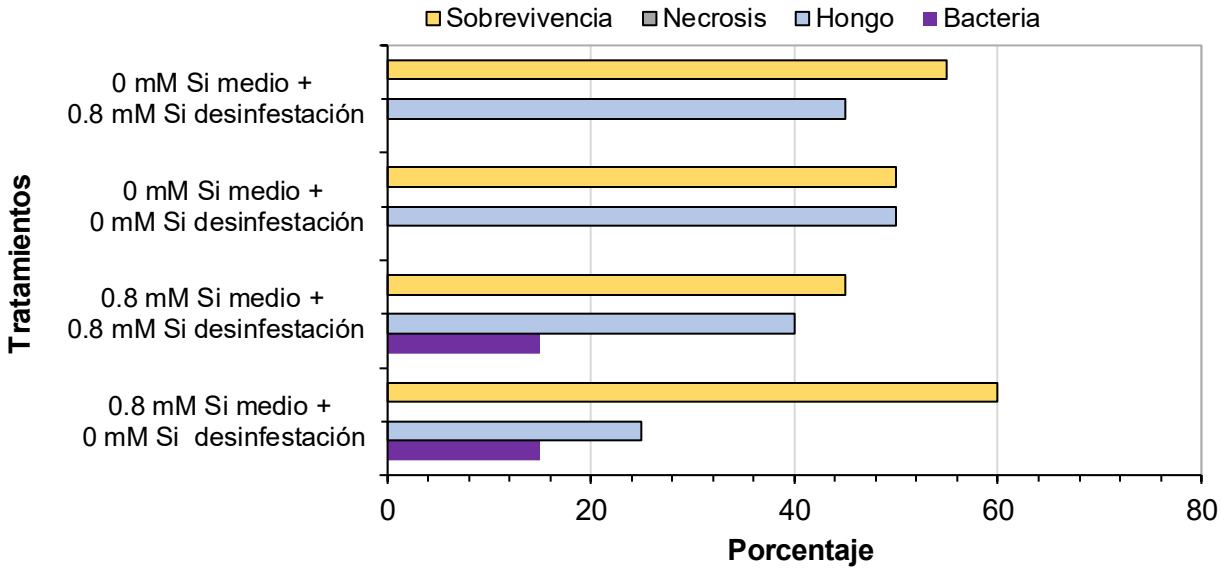


Figura 1. Efecto de Si en medio de cultivo y en la desinfestación *in vitro* de aguacate 'Duke 7' a los 20 d.

Conclusiones

La forma más efectiva de suministrar Si para el cultivo *in vitro* de aguacate 'Duke 7' es al medio de cultivo lo que permite contar con material vegetal sano para dar continuidad a las etapas de elongación y enraizamiento. Este modo de suministro redujo la contaminación por hongos y aumentó la sobrevivencia.

Literatura citada

Coskun, D., Deshmukh, R., Sonah, H., Menzies, J. G., Reynolds, O., Ma, J. F., Kronzucker, H. J., & Bélanger R. R. (2019). The controversies of silicon's role in plant biology. *New Phytologist, 221*(1): 67–85. https://doi.org/10.1111/nph.15343

Frolich, E. F., & Platt, R. G. (1972). Use of the Etiolation Technique in Rooting Avocado Cuttings. California Avocado Society, 55, 97–109. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.505.126&rep=rep1&type=pdf

Hiti-Bandaralage, J. C. A., Hayward, A., & Mitter, N. (2017). Micropropagation of Avocado (*Persea americana* Mill.). *American Journal of Plant Sciences, 8*(11): 2898-2921. https://doi.org/10.4236/ajps.2017.811197

Steiner, A., A. (1961). A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. *Plant and Soil 15*: 134–154.

Trejo-Téllez, L. I, & Gómez-Merino, F. C. (2023). Editorial: Beneficial elements: novel players in plant biology for innovative crop production, volume II. *Frontiers in Plant Science, 14*:1303462. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1303462

ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE RASGOS DE LA ESPIGA DE UNA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE CHÍA (*Salvia hispanica* L.)

Dalila Mérida-Hernández [1]*; Martha Hernández-Rodríguez[1]; Guillermo Orozco de Rosas[2]; J. Jesús García-Zavala[1]; Ricardo Lobato-Ortiz[1]; Daniel L. Ochoa-Martínez[1]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco. [2]Empresa Chia Blanca S. A. de R. L., Acatic, Jalisco, México.

* merida.dalila@colpos.mx

Introducción

La chía (*Salvia hispanica* L.) es una especie mesoamericana de relevancia histórica, cultural y económica (Lara-Carrera *et al*., 2025). Su semilla posee un alto valor nutricional debido a su contenido de ácidos grasos poliinsaturados, fibra dietética, proteínas, compuestos fenólicos, vitaminas y minerales esenciales (Alwosais *et al*., 2021). No obstante, la información sobre la variación morfológica de los rasgos de la espiga de chía en cultivares y accesiones silvestres es aún limitada. La caracterización de esta variación es fundamental para su aprovechamiento en programas de mejoramiento genético (Calderón *et al*., 2021). El objetivo de este estudio fue evaluar la variación morfológica de rasgos de la espiga en genotipos de chía pertenecientes a una colección integral de germoplasma.

Materiales y métodos

Se evaluaron 71 genotipos de chía. Para cada genotipo se sembraron 50 semillas en macetas de plástico de 500 mL, bajo condiciones de invernadero, utilizando como sustrato una mezcla de suelo proveniente de un predio cercano al lote experimental y estiércol no compostado recolectado en un potrero adyacente. Treinta días después de la siembra, las plántulas se trasplantaron a cielo abierto en un lote experimental ubicado en Acatic, Jalisco, México. El manejo agronómico consistió en riegos aplicados de manera auxiliar a lo largo del ciclo de crecimiento. No hubo aplicación de insecticidas y el deshierbe fue manual.

En noviembre de 2025 se recolectaron inflorescencias de cinco individuos por genotipo. En ellas se registraron las siguientes variables: largo del pedúnculo principal (cm), longitud de la espiga principal (cm), número de entrenudos, ancho de la base, del primer tercio y del segundo tercio de la espiga principal (cm), largo del pedúnculo de la espiga lateral sobresaliente (cm), largo de la espiga lateral sobresaliente (cm) y número de espigas laterales. De manera preliminar, las variables fueron registradas en inflorescencias frescas y comparadas con las mediciones en seco para verificar su tendencia y definir una estrategia operativa de evaluación post-muestreo. La información se analizó mediante estadística descriptiva para determinar el panorama general de la variación morfológica.

Resultados y discusión

Los rasgos de la espiga mostraron variación entre genotipos. Los promedios para las variables medidas en seco fueron: largo del pedúnculo principal 15.44 ± 3.79, longitud de la espiga principal 15.59 ± 4.01, número de entrenudos 5.12 ± 3.93, ancho de la base 1.41 ± 0.53, del primer tercio 1.51 ± 0.44 y del segundo tercio de la espiga principal 1.35 ± 0.24, largo del pedúnculo de la espiga lateral sobresaliente 12.08 ± 7.46, largo de la espiga lateral sobresaliente 5.07 ± 3.46, y número de espigas laterales 1.86 ± 0.67.

La similitud en la tendencia de los valores obtenidos en inflorescencias frescas y secas (Figura 1) sugirió que la evaluación en material seco es confiable y operativamente más eficiente para estudios morfológicos de la espiga, aunque la pérdida de la porción apical de la espiga durante el secado debe considerarse para evitar sesgos en las mediciones. Además, el proceso de secado facilitó la visualización y el conteo del número de entrenudos (espacios entre

verticilastros), carácter que resultó difícil de evaluar en fresco. Asimismo, la amplitud de los valores registrados en variables como el largo del pedúnculo de la espiga lateral y el número de entrenudos reflejó diferencias en la arquitectura de la inflorescencia que pueden ser de interés para la selección de genotipos.

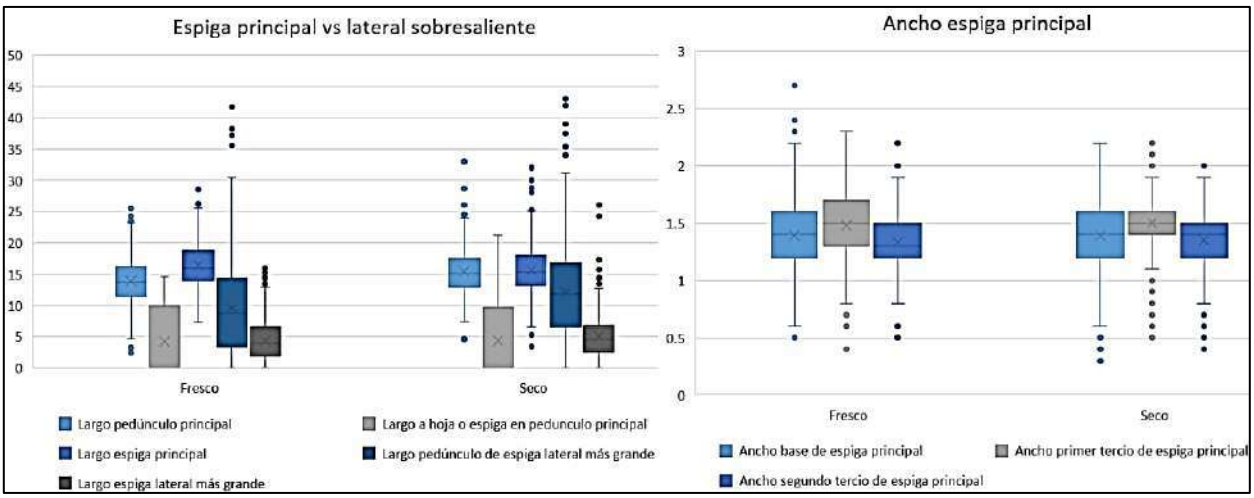


Figura 1. Promedios graficados de rasgos de la espiga de 71 genotipos de chía.

Conclusiones

La variación observada en los rasgos de la espiga de la colección de germoplasma de chía evidenció la existencia de diversidad morfológica entre los genotipos evaluados, lo que constituye una base importante para su aprovechamiento en programas de mejoramiento genético de esta especie.

Literatura citada

Alwosais, E. Z. M., Al-Ozairi, E., Zafar, T. A., & Alkandari, S. (2021). Chia seed (Salvi*a hispanica* L.) supplementation to the diet of adults with type 2 diabetes improved systolic blood pressure: A randomized controlled trial. Nutrition and Health 27(2):181-189. https://doi.org/10.1177/0260106020981819

Calderón-RuÍz, A., Montes-Hernández, S., García-Perea, M.A., Covarrubias Prieto, J., Aguirre-Mancilla C. L., & Raya-Pérez, J. C. (2021). Caracterización de poblaciones de chía silvestre y cultivada. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 12(7):1161-1170.

Lara Cabrera S. I., Rivera Gonzalez I. I., Aguilar R., Farfán B., Lomelí D., Nuñéz Landa. 2025. People and chia: a lengthy and bumpy relationship. *In*: Biodiversity Management and Domestication in Neotropics. A. Casas et al. (eds.). 33 p

COMPUESTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN COLECTAS DE HOJAS DE NÍSPERO *Eriobotria japónica* L.

M.G. Peña-Ortega[1]; M. U. Vargas- Espejel[1]; T. Martínez-Damián[1], D. Guerra-Ramírez[2].
[1]Departamento de Fitotecnia. [2]Departamento de Agroindústrias.
Universidad Autónoma Chapingo

Introducción

El níspero, *Eriobotrya japónica* Lindl, es un fruto originario de China. Ahora se cultiva comercialmente en más de 30 países en todo el mundo incluyendo Japón, Turquía, Italia, España, Brasil, etc. En México se produce principalmente en los estados de México y Guerrero con superficie total sembrada de 15 hectáreas y rendimiento de 6.28 toneladas (ton·ha^{-1}) durante el 2025 (SIAP, 2025). El fruto y la hoja se incluyen frecuentemente en los remedios herbarios chinos para la tos y el asma, ya que las hojas contienen muchos compuestos fenólicos y algunos triterpenos los cuales presentan efectos anticancerígenos, antiinflamatorios y efectos hipoglucémicos. Los principales efectos de los compuestos biológicos en los tejidos dependen de sus funciones antioxidantes, donde algunos flavonoides y ácido clorogénico presentes en la hoja han mostrado actividad inhibidora contra la generación de radicales libres, por lo cual el género *Eriobotrya* representa una alternativa de investigación con la finalidad de identificar el contenido de compuestos antioxidantes en las diferentes condiciones de cultivo y en los diferentes cultivares.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó con 10 hojas colectadas aleatoriamente de 11 accesiones de níspero establecidas en Huatusco, Veracruz y los análisis químicos se hicieron en el Laboratorio de Productos Naturales del Departamento de Preparatoria Agrícola de la UACh. A partir de 0.5 g de hoja seca molida se obtuvieron extractos de acuerdo con la metodología de Wang *et al*., (2010). Los fenoles totales se cuantificaron por el método de Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965) adaptado a microplacas. se leyeron las absorbancias a 760 nm. Las mediciones se hicieron por cuatriplicado. Los resultados del contenido de fenoles totales fueron expresados en miligramos de fenoles equivalentes a ácido gálico por gramo de muestra en base seca (mg EAG g$^{-1}_{bs}$). Los flavonoides totales se determinaron de acuerdo con el procedimiento de Kubola and Siriamornpun (2011) adaptado a microplacas. los resultados se expresaron en miligramos equivalentes de catequina por gramo de muestra en base seca (mg EC g_{bs}^{-1}). La capacidad antioxidante total se obtuvo mediante el ensayo FRAP por el procedimiento descrito por Bezie y Strain (1996) adaptado a microplacas. Los resultados se expresaron en micromoles equivalentes de Trolox por gramo de muestra en base seca (µmol ETg^{-1}bs). El ensayo de ABTS se llevó a cabo de acuerdo al método descrito por Re *et al*. (1999) adaptado a microplacas. La curva de calibración de Trolox se preparó en un rango de concentraciones de 4.99 a 59.93 µM. Los resultados se expresaron en micromoles equivalentes de Trolox por gramo de muestra en base seca (µmol ETg^{-1}bs).

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se llevó a cabo a partir de un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), mediante el programa Statistical Analysis System (SAS, versión 8.0).

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presentan los principales resultados obtenidos. En él se aprecia que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las once accesiones de níspero estudiadas a partir de los ensayos ABTS y FRAP, siendo las accesiones 7 y 11 las que presentaron la mayor

capacidad antioxidante, mientras que la accesión 4 mostró la menor capacidad. Así mismo estas dos accesiones también presentaron el mayor contenido de fenoles (CFT) y flavonoides (FT).

Cuadro.1 Contenido fenólico total (CFT), flavonoides totales (FT), capacidad antioxidante (ABTS y FRAP) de hojas de Níspero E*riobotria japonica*

A	CFT (mg EAG g^{-1}_{bs})		FT (mg EAG g^{-1}_{bs})		ABTS (µmol ET g^{-1}_{bs})		FRAP (µmol ET g^{-1}_{bs})	
1	36.81	d ± 1.66	32.24	b ± 2.87	401.81	b ± 15.50	346.98	a ± 14.69
2	32.28	e ± 1.64	23.56	d ± 2.52	354.13	c ± 28.41	503.09	c±10.73
3	30.53	f ± 2.24	29.36	c ± 2.47	327.91	d ± 20.48	326.32	b±26.36
4	24.29	g ± 1.92	19.54	e ± 2.10	252.79	e ±18.98	248.45	e±12.85
5	36.67	d ± 2.32	18.36	e ± 1.89	358.21	c ± 30.45	271.26	d ± 15.60
6	39.41	c ± 2.86	19.46	e ± 2.29	340.28	cd ± 9.23	276.79	d ± 14.33
7	51.64	a ±1.04	32.38	b ± 3.47	456.00	a ± 9.48	328.92	ab±20.75
8	32.67	e ± 1.56	13.98	f ± 1.35	255.94	e ± 13.97	229.07	f ±13.61
9	39.36	c ± 3.06	10.7	g ± 1.28	265.05	e ±10.91	185.35	g ±12.10
10	40.21	c ± 2.42	22.62	d ± 1.27	344.55	cd ±40.56	274.01	d±12.78
11	49.49	b ± 2.0	37.3	a ± 3.10	468.06	a ±28.49	338.19	ab ±15.84

Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (HSD de Tukey, p≥0.05) ± desviación estándar.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos dos de las accesiones estudiadas muestran un alto potencial para ser consideradas dentro de un programa de mejoramiento genético de este cultivo.

Literatura citada

Bezie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239 (1), 70-76.

Ferreres, F.; Gomes, D.; Valentão, P.; Gonçalves, R.; Pio, R.; Chagas, E.A.; Seabra, R.M.; Andrade, P.B. 2009. Improved loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars: Variation of phenolics and antioxidative potential. *Food Chem. 114*, 1019–1027.

Kubola, J., & Siriaornpun, S. (2011). Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai gac (*Mormodica cochinchinensis* Spreg). *Food Chemistry*, 127 (3), 1138-1145.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16 (3). 144-158.

Wang, W., Botic, T.R., & Gu, L. (2010). Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. *Food Chemistry*, 122(4), 1193-1198.

GENOTIPIFICACIÓN POR SECUENCIACIÓN Y PROCESAMIENTO BIOINFORMÁTICO DE VARIANTES GENÉTICAS DE LÍNEAS DE TOMATE

Ana Elizabeth Paredes-Cervantes[1*]; Juan Enrique Rodríguez-Pérez[1]; Jaime Sahagún-Castellanos[1]; Santos Gerardo Leyva-Mir[2]; Martha Hernández-Rodríguez[3]

[1]Departamento de Fitotecnia, [2]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. [3]Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo

* paredescerv29@gmail.com

Introducción

El genotipado por secuenciación (GBS) es una metodología que permite la identificación de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) en una amplia gama de genotipos (D'Agostino y Tripodi, 2017). El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es un cultivo de gran importancia económica y modelo dentro de la familia de las solanáceas, el GBS ha permitido investigar rasgos complejos, como la resistencia a patógenos y a características relacionadas con la calidad de fruto en este cultivo (Kandel et al., 2019). Esta metodología permite la identificación de miles de marcadores genéticos dispersos por todo el genoma; sin embargo, los resultantes suelen estar llenos de errores y sesgos en la calidad de los SNPs, lecturas duplicadas, alineaciones ambiguas y la falta de datos, por lo que es necesario implementar medidas de control de calidad, filtrado de variantes e imputación para garantizar la identificación exitosa de las variantes genéticas (Panoutsopoulou y Walter, 2018). En este contexto, el objetivo principal de la presente investigación fue encontrar variación genética en 95 genotipos de tomate mediante la alineación con el genoma de referencia, filtrado e imputación de las secuencias de 95 líneas homocigotas.

Materiales y métodos

Se evaluaron 95 líneas homocigóticas avanzadas de tomate (F^{10}-F^{12}) del programa de mejoramiento genético de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh). El ADN se extrajo de hojas verdes de plántulas sanas de 35 días mediante el método CTAB. La integridad del ADN se verificó por electroforesis en gel de agarosa al 1.5%, y la concentración y pureza se cuantificó con espectrofotometría.

La digestión del ADN fue con las enzimas *Bgl*Il y *Dde*I. Se obtuvieron fragmentos de aproximadamente 75 pb y se secuenció en Illumina NextSeq (2×75) con profundidad aproximada de 50X. Se evaluó la calidad de lecturas y se hizo la alineación por pares con el genoma de referencia Slycopersicum_796_SL5.0 (Phytozome) con Bowtie2. Los archivos SAM se convirtieron a BAM y se revisó su calidad con samtools stats; posteriormente se generó el pileup y el llamado de variantes con bcftools, obteniendo un VCF combinado.

El filtrado de SNPs se realizó con bcftools usando los criterios: QUAL>30, DP>5, MAF>0.05 y F_MISSING<0.10, excluyendo indels. Para reducir redundancia por desequilibrio de ligamiento, se aplicó otro filtro con bcftools +prune ($r^2 \geq 0.8$). Los genotipos se exportaron a matriz codificada (0/1/2) con vcftools. Se imputaron datos faltantes con frecuencias alélicas observadas, se eliminaron marcadores monomórficos, se generaron gráficos de diagnóstico, y se construyeron la matriz de relaciones genómicas y el mapa físico de SNPs.

Resultados y discusión

La calidad de los archivos BAM evaluada en samtools stats para cada genotipo indicó que todos los genotipos (datos no mostrados) presentaron más del 95 % de lecturas correctamente mapeadas, coberturas promedio de aproximadamente 50X y tasa de error de secuenciación menor al 1.5 % en todos los genotipos analizados, por lo que se considera que los datos alineados tienen alta calidad.

La genotipificación basada en el GBS identificó 419,252 marcadores SNPs polimórficos; de ellos, solo 14,689 fueron funcionales después del filtrado de calidad. Los procedimientos de control de calidad son esenciales para evitar correlaciones falso-positivas o falsas-negativas entre los SNPs y los rasgos (Nandi et al., 2024). En la Figura 1 se muestra la densidad de los SNPs distribuidos en bins de 1Mb a lo largo de los 12 cromosomas del tomate.

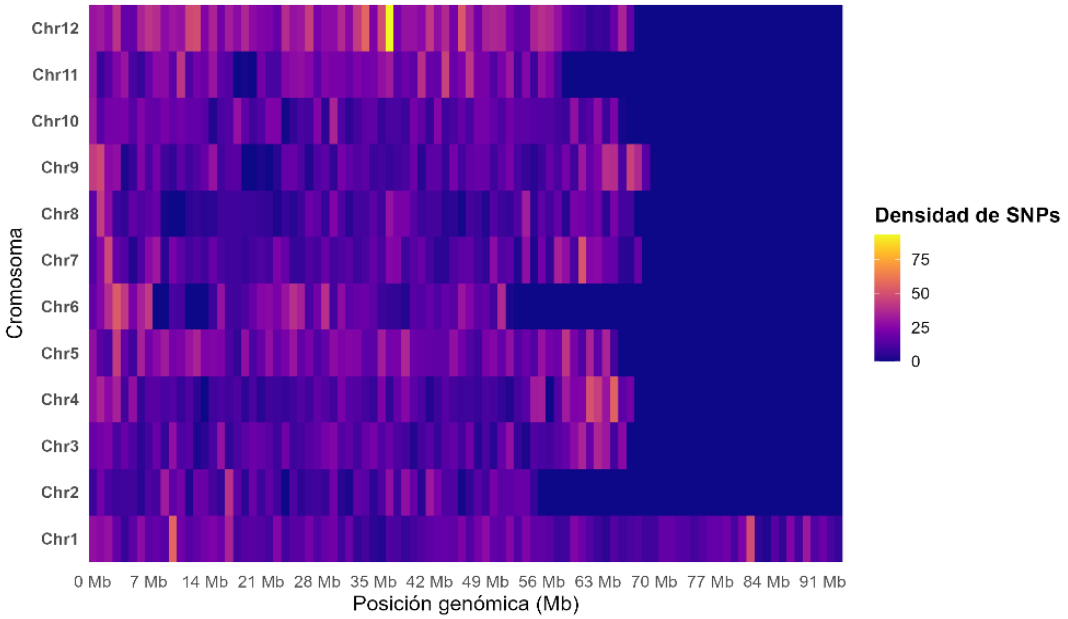


Figura 1. Distribución de 14,689 SNPs del panel de diversidad de 95 líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Los diferentes colores representan diferentes niveles de densidad y "Chr" se refiere a los cromosomas.

Conclusiones

La genotipificación por secuenciación, su filtración y la imputación de datos faltantes generó un panel genómico eficiente para la caracterización genética de los 95 genotipos secuenciados en esta investigación.

Literatura citada

D'Agostino, N., & Tripodi, P. (2017). NGS-based genotyping, high-throughput phenotyping and genome-wide association studies laid the foundations for next-generation breeding in horticultural crops. *Diversity, 9*(3), Article 38. https://doi.org/10.3390/d9030038

Kandel, D. R., Bedre, R., Mandadi, K. K., Crosby, K. M., & Avila, C. A. (2019). Genetic Diversity and Population Structure of Tomato (Solanum lycopersicum) Germplasm Developed by Texas A&M Breeding Programs. American Journal of Plant Sciences, 10(7), 1154–1180. https://doi.org/10.4236/AJPS.2019.107083

Nandi, S., Varotariya, K., Luhana, S. *et al.* GWAS para la identificación de regiones genómicas y genes candidatos en cultivos hortícolas. *Funct Integr Genomics* 24 , 203 (2024). https://doi.org/10.1007/s10142-024-01477-x

Panoutsopoulou, K., & Walter, K. (2018). Quality Control of Common and Rare Variants. Methods of Molecular Biology, 1793, 25–36. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7868-7_3

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE CUATRO *ETNOTAXA* DE *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick (ASPARAGACEAE)

Imelda Romero-Cervantes[1]; Margarita G. Peña-Ortega[2]; Jesús A. Cuevas-Sánchez[2]; Remigio Madrigal-Lugo[2]; Edmundo García-Moya[3]; Mario Luna-Cavazos[3]; Jessica Ramírez- Vásquez[1]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, PREGEP-Producción de Semillas

[2] Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. [3] Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

* romero.imelda@colpos.mx

Introducción

Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck, conocido comúnmente como maguey pulquero, destaca por su amplia variabilidad morfológica y genética, lo que ha derivado en el reconocimiento de múltiples variantes regionales. Debido a estas características, diversos autores la consideran una especie intermedia en el proceso de domesticación, con una notable capacidad de adaptación a distintos ambientes y un alto potencial de aprovechamiento múltiple. De acuerdo con González (2016), la caracterización implica establecer un conjunto extenso de rasgos que permitan diferenciar a un ente de otros similares, determinando así sus relaciones filogenéticas. En este sentido, el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2025) cuenta con el registro de cuatro materiales de *A. salmiana*, lo que facilita a los productores el acceso a plantaciones comerciales de alta calidad. Bajo este contexto, la caracterización de los recursos fitogenéticos es un paso fundamental para cimentar programas de mejoramiento, conservación y protección de cultivos. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar morfológicamente cuatro variantes regionales de *A. salmiana*, además de evaluar el uso de marcadores moleculares tipo ISSR para determinar su variabilidad genética intra e interpoblacional.

Materiales y métodos

La caracterización se llevó a cabo en cuatro etnotaxones de maguey pulquero de la especie *A. salmiana*: Ayoteco, Chalqueño, Manso y Púa Larga. El estudio morfológico se realizó *in situ* en el Rancho San Isidro, ubicado en Nanacamilpa, Tlaxcala. Para ello, se evaluaron 30 caracteres morfológicos basados en la "Guía Técnica para la Descripción Varietal de *Agave spp*." del SNICS. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis multivariado para identificar los principales caracteres discriminantes; asimismo, se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos mediante el método UPGMA para determinar la agrupación de las variantes. La caracterización molecular se realizó por medio de la amplificación del ADN mediante PCR con el uso de 22 iniciadores tipo ISSR, de acuerdo con las bandas obtenidas se generó una matriz básica de datos, a partir de la cual se realizó un análisis de agrupamiento, asimismo se calculó un análisis molecular de varianza (AMOVA) y un análisis descriptivo de los marcadores moleculares.

Resultados y discusión

El análisis de los datos morfológicos, permitió precisar como principales caracteres discriminantes la longitud de la hoja (penca), altura de roseta, relación longitud/anchura de la hoja y longitud de la espina terminal, a diferencia de otros autores (García Núñez *et al*., 2020), los caracteres asociados a las espinas terminales no fueron discriminantes, esta discrepancia puede deberse a que en otros estudios se incluyeron además de *A. salmiana* a otras especies de maguey pulquero.

Los resultados indicaron que los marcadores ISSR permitieron agrupar a los individuos de acuerdo con el etnotaxon de procedencia, también fueron útiles para identificar las variaciones genéticas a nivel inter e intraespecífico presentes entre las plantas de *Agave*, lo cual coincide con los resultados de diversos autores como Vega-Ramos *et al*. (2022). La presencia de polimorfismo,

ha sido reportada por otros autores (Ballesteros Rodríguez & Sánchez Teyer, 2025), lo que sugiere que existen mecanismos que producen variabilidad genética en *Agaves* a pesar de que su principal vía de propagación es vegetativa.

En los dendogramas obtenidos con datos morfológicos y moleculares se observó una mayor similitud entre los etnotaxa ayoteco y chalqueño con respecto manso y púa larga, lo que puede ser resultado de la selección antrópológica en la que se tiende a escoger plantas de mayor altura, ya que es un carácter que se correlaciona con una mayor producción de aguamiel.

Conclusiones

Los resultados permiten concluir que la caracterización morfológica de las cuatro variantes regionales de *A. salmiana* fue exitosa, identificando a la longitud de la hoja (penca), la altura de la roseta, la relación longitud/anchura de la hoja y la longitud de la espina terminal como los principales atributos discriminantes. La evaluación de los materiales evaluados mediante el uso de marcadores moleculares tipo ISSR demostró ser una herramienta eficaz para determinar la variabilidad genética, revelando diferencias significativas tanto a nivel intra como interpoblacional. La estrecha similitud genética detectada entre los etnotaxones Ayoteco y Chalqueño, en contraste con Manso y Púa Larga, sugiere una marcada influencia de la selección antropocéntrica. Este proceso de domesticación ha priorizado fenotipos de mayor talla, orientados a maximizar la eficiencia en la producción de aguamiel.

Literatura citada

Ballesteros-Rodríguez, E., & Sánchez-Teyer, L. F. (2025). Variabilidad genética en plantas madre y vástagos de rizoma de *Agave* híbrido No. 11648. *Revista Bio Ciencias*, *12*, 1–10.

García-Núñez, R. M., Galán-Reséndiz, M., Cuevas-Sánchez, J. A., & Álvarez-Hernández, R. (2020). Identificación y caracterización morfológica de agaves en sistemas agroforestales con metepantle en tierras campesinas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *11*(4), 917–929.

González, A. F. (2016). *Caracterización Morfológica y Molecular de Recursos Genéticos*. Universidad de León. España.

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2025). *Catálogo Nacional de Variedades Vegetales*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Vega-Ramos, K. L., Gutierrez-Coronado, M. A., & Gómez-Leyva, J. F. (2022). Marcadores moleculares ISSR para identificación de hijuelos de agaves. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *45*(1), 75.

ANÁLISIS BIOINFORMÁTICO DE CÓDIGOS DE BARRAS PARA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE *Pinus* EN MÉXICO

Fátima Lizeth Sandoval-Estrada; Sergio Hernández-León; Silvia Armenta-Jaime; Edith Jiménez-Muñoz; Víctor Hugo Pérez-España

Programa de Posgrado en Ciencias y Tecnología Agrícola y Forestal Sustentable. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

*sa403153@uaeh.edu.mx

Introducción

El género *Pinus* L. representa la mayor diversidad de coníferas en México, con alrededor de 50 especies, muchas de ellas de importancia ecológica y económica. Las especies de este género representan el 54% del área destinada a plantaciones forestales en las regiones templadas y el 26% en las tropicales (Cid et al., 2018). La disminución del área cubierta por coníferas ha incrementado en los últimos años, las causas de esto incluyen el constante incremento de incendios, ocasionados por fenómenos naturales o por el hombre; por lo que nos permite observar un panorama no favorable para las especies forestales del país, debido a la desaparición progresiva del área original o total de la población, en cada especie provoca lo que se conoce como "extinciones ocultas", esto se refiere a la erosión genética del taxón. La pérdida paulatina de variabilidad adaptativa conlleva en el mediano y largo plazo a la extinción definitiva (Gernandt, 2014).

La taxonomía integrativa utiliza gran cantidad de información de la que se dispone sobre una especie para delimitarla, en algunas ocasiones, diversas fuentes de evidencia se contradicen entre sí, debido a esto se realizan dos métodos de integración dentro de la taxonomía; el primero por acumulación y el segundo por congruencia. El primero separa especies con algún grado de diferencia en uno o más caracteres taxonómicos: ADN o morfología. El segundo, separa especies combinando dos o más caracteres taxonómicos, por ejemplo, caracteres moleculares más morfología, con la finalidad de obtener congruencia entre los diferentes conjuntos de información (Andrade et al., 2025).

Sin embargo, la identificación taxonómica precisa sigue siendo un reto debido a la falta de información genética en bases de datos de referencia (Gernandt, 2014). Los códigos de barras de ADN, como *matK, rbcL, trnH-psbA, trnL-trnF y ycf1*, se han propuesto como herramientas útiles para la delimitación de especies (Zhu et al., 2022; Dong et al., 2015), aunque su eficacia varía según el grupo analizado. El objetivo de este trabajo fue evaluar, mediante análisis bioinformático, el poder discriminatorio de diferentes loci en especies mexicanas de *Pinus*.

Materiales y métodos

Las secuencias que corresponden a los loci *matK, rbcL, trnH-psbA, ycf1 y trnL-trnF* se obtuvieron de bases de datos públicas (NCBI, BOLD). Posteriormente, se realizaron alineamientos múltiples utilizando el software BioEdit 7.0.9 con la finalidad de identificar regiones homólogas y descartar aquellas secuencias que contenían información ambigua (“N”) ya que no aportaban información relevante para el análisis de comparación.

Se procedió a la identificación de haplotipos presentes en cada loci, lo que permitió reconocer variantes genéticas únicas dentro de las especies analizadas.

Para la inferencia filogenética empleamos el software PAUP, para construir árboles filogenéticos basados en máxima verosimilitud. Este procedimiento permitió obtener representaciones filogenéticas, además de evidenciar la falta de información genética para varias especies, las cuales requieren mayor representación en las bases de datos de referencia.

Resultados y discusión

El análisis mostró que los loci *ycf1* y *matK* presentaron mayor poder discriminatorio entre especies de *Pinus* (Dong et al., 2015; Kim & Kim, 2023), mientras que *rbcL* y *trnL-trnF* resultaron más conservados y con menor resolución a nivel específico. Se detectó que varias especies mexicanas carecen de representación suficiente en las bases de datos, lo que limita su identificación precisa.

Por ejemplo, especies como *Pinus vallartensis* y *Pinus oocarpa* mostraron vacíos significativos en las bases de datos, lo que dificulta su delimitación taxonómica. Estos resultados coinciden con estudios previos que recomiendan el uso de múltiples loci para mejorar la eficacia del barcoding en plantas (Zhu et al., 2022; Gostel & Kress, 2022).

La discusión resalta la importancia de ampliar las bibliotecas genéticas de referencia, ya que la identificación precisa de especies forestales es clave para programas de conservación, reforestación y manejo sustentable. Este trabajo también evidencia la necesidad de fortalecer la colaboración entre instituciones nacionales e internacionales para incrementar la representación genética de especies mexicanas en repositorios globales como GenBank y BOLD.

Conclusiones

El análisis bioinformático de códigos de barras genéticos permitió identificar loci con alto poder discriminatorio para especies mexicanas de Pinus. Los marcadores *ycf1* y *matK* resultaron ser los más efectivos, mientras que *rbcL* y *trnL-trnF* mostraron limitaciones. Se concluye que la combinación de múltiples loci mejora la precisión taxonómica y que es urgente fortalecer las bases de datos genéticas para una identificación más robusta de especies forestales en México.

Literatura citada

Altamirano, A., & Yañez, J. (2016). Evaluación de códigos de barras genéticos en especies forestales. Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(3), 1012–1023.

Cid, G., Martínez, R., & López, J. (2018). Estado actual de las plantaciones forestales en México. Revista Forestal Mexicana, 45(2), 45–58.

Dong, W., Xu, C., Li, C., Sun, J., Zuo, Y., Shi, S., ... & Yao, H. (2015). ycf1, the most promising plastid DNA barcode of land plants. Scientific Reports, 5, 8348.

Gernandt, D. S. (2014). Advances in Pinus systematics and evolution. Botanical Sciences, 92(1), 1–6.

Gostel, M. R., & Kress, W. J. (2022). Plant DNA barcoding: from gene to genome. Biological Journal of the Linnean Society, 135(2), 234–245.

Kim, J., & Kim, S. (2023). Comparative analysis of chloroplast loci for plant DNA barcoding. Molecular Phylogenetics and Evolution, 180, 107627.

Zhu, X., Li, Y., & Wang, Q. (2022). DNA barcoding in conifers: current status and future perspectives. Forest Ecology and Management, 509, 120073.

Sesbania sesban: ALTERNATIVA FORRAJERA PARA SISTEMAS GANADEROS EN EL VALLE DE MEXICALI

Marisol Galicia-Juárez[1*]; Vielka J. Castañeda-Bustos[1]; Francisco J. Castañeda-Trujano[1]; Jimena Achiquen-Millán[1]; Blanca M. Montiel-Batalla[1]; Juan G. Brigido-Morales[1]; Rosalba Lazalde-Cruz[2] y Celina Citlali Mariscal Palma[1]

[1]Instituto de Ciencias Agrícolas-Universidad Autónoma de Baja California. [2]Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias Universidad Autónoma de Baja California.

[*]marisol.galicia.juarez@uabc.edu.mx

Introducción

La disminución de la precipitación y el incremento de las temperaturas en el noroeste de México, asociados al cambio climático, representan un desafío crítico para la producción agrícola, afectando el rendimiento y metabolismo vegetal (López-Santillán *et al*., 2001). El estrés térmico altera la fenología, fisiología y hasta la expresión génica de las plantas, lo que hace indispensable identificar caracteres fisiológicos, bioquímicos y moleculares con potencial adaptativo para programas de mejoramiento vegetal (Argentel *et al*., 2017). En este contexto, *Sesbania sesban*, una leguminosa arbórea de rápido crecimiento y alto valor nutritivo se perfila como alternativa estratégica para la alimentación animal (Rabbe., 2025). El objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento y el porcentaje de proteína cruda de *Sesbania sesban* bajo diferentes métodos de conservación forrajera, con el propósito de establecer bases técnicas que permitan introducir nuevas alternativas de producción en el Valle de Mexicali, Baja California.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado a 50 km al sur de Mexicali, Baja California, México (32°24'44.16" N, 115°11'56.87" O; 12 msnm), en un suelo vertisol de textura arcillosa y color café con tonalidades grisáceas. Durante el ciclo de crecimiento del cultivo, las temperaturas mínimas, medias y máximas registradas por el Sistema de Información para el Manejo de Agua de Riego en Baja California (SIMARBC, 2025) fueron de 13.9 °C, 27.9 °C y 40.5 °C, respectivamente. Se sembró una hectárea de Sesbania sesban el 10 de julio de 2025 y se aplicó un riego de auxilio a los 36 días después de la siembra, sin prácticas de fertilización ni control de plagas y malezas, dado que no fueron requeridas. El corte del forraje se efectuó a los 60 días después de la siembra para su empacado. Previo al corte se tomaron cuatro muestras al azar de un metro cuadrado, registrándose el peso fresco, posteriormente secadas en estufa a 65 °C durante 72 h para obtener el peso seco. Asimismo, se elaboraron cuatro microsilos para generar muestra para estimar el % de PC y estimar el rendimiento de ensilado por metro cúbico. Las muestras secas de forraje fresco, henificado y ensilado se molieron en un molino Willey con cedazo de 1 mm y se determinó el contenido de proteína cruda mediante el método de Khendajal. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo *et al*., 2008).

Resultados y discusión

El rendimiento de biomasa fresca obtenido a los 60 días después de la siembra (dds) mostró valores consistentes entre repeticiones, con un promedio de 1383 g m^{-2} (equivalente a 13.83 t ha^{-1}). El contenido de materia seca representó aproximadamente 31.5 % del peso fresco, lo que indica una adecuada acumulación de biomasa en condiciones de temporal y con un manejo mínimo. El análisis de proteína cruda evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p \leq 0.05$), lo que confirma que el método de conservación del forraje influye directamente en la calidad nutricional (Cuadro 1). El forraje fresco mostró el mayor contenido

proteico (20.27 %), resultado esperado al tratarse de material sin procesos de transformación que puedan degradar compuestos nitrogenados.

Cuadro 1. Resultados de los rendimientos y % de PC obtenidos de *Sesbania sesban.*

	t ha^{-1} de MS	% de PC
Forraje fresco	4.37 a	20.27 a
Ensilado	3.93 a	19.66 a
Henificado	0.88 b	12.58 b

MS: Materia Seca y PC: Proteína Cruda. Letras diferentes en las columnas son diferentes (Tukey p<0.05).

El ensilado (19.66 %) mantuvo un nivel de proteína cercano al fresco, lo que sugiere que la fermentación láctica contribuye a preservar la fracción proteica, aunque con ligeras pérdidas atribuibles a la degradación de compuestos solubles durante el proceso de fermentación. En contraste, el henificado presentó la menor concentración (12.58 %), derivado al proceso de empacado donde se generó un alto porcentaje de perdida de hoja, además de las pérdidas sustanciales de proteína asociadas al secado, donde la exposición prolongada al sol y al oxígeno favorece la oxidación y volatilización de fracciones nitrogenadas. Estos resultados coinciden con reportes previos que señalan al ensilado como una estrategia más eficiente que el henificado para conservar el valor nutritivo del forraje (López-Jara *et al*., 2025).

Conclusiones

El método de conservación del forraje influye de manera significativa en su valor nutritivo. Los resultados muestran que el ensilado preserva mejor la proteína cruda en comparación con el henificado. En contraste, el henificado, aunque garantiza mayor estabilidad en almacenamiento, provoca pérdidas sustanciales durante el proceso de secado.

Literatura citada

Argentel ML, Garatuza PJ, Armendáriz OMM, Yépez GEA, Arredondo MJT y González AJ (2017) Estrés térmico en cultivo del trigo. Implicaciones fisiológicas, bioquímicas y agronómicas. Cultivos Tropicales 38(1):57-67.

Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. (2008). InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. http://www.infostat.com.ar.

López-Jara, A. G., Reta-Sánchez, D. G., Santana, O. I., Reyes-González, A., Rodríguez Hernández, K., Granados-Niño, J. A., ... & Sánchez-Duarte, J. I. (2025). Rendimiento de forraje y valor nutritivo del ensilado de forrajes alternativos y tradicionales de otoño-invierno. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, *16*(1), 208-223.

López-Santillán, J. A., Castro, N. S. y Huerta, J. A. (2001). Influence of water stress on the epicuticular wax load in development stages of sorghum. Rev. Fitotec. Mex. 24 (1): 57-62.

Rabee, A. E. (2025). Degradability and rumen microbiota modulation of sesbania, leucaena, and anabasis forages in the rumen of dromedary camels and Barki sheep. *Agroforestry Systems*, *99*(6), 158.

SIMARBC 2025. Sistema de Información para el Manejo de Agua de Riego de Baja California https://www.simarbc.gob.mx/.

ADICIÓN DE PROBIÓTICO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDA SOBRE LAS VARIABLES DE PRODUCCIÓN

Jonathan Guarda-Ayala; Domingo Torres-Cruz; Jairo Apáez -Barrios[1]; Ricardo Sánchez-Cruz
Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero
guardaj91@gmail.com

Introducción

Los probióticos, han recibido gran atención en los últimos años debido a su capacidad para equilibrar la microbiana intestinal, mejorar la función inmunitaria y mejorar el rendimiento productivo. Sin embargo, la eficacia de los probióticos depende de la especificidad de la cepa, la dosis y los métodos de administración. También afectan las condiciones ambientales, el almacenamiento e interacciones con otros aditivos (SÁENZ, 2025). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar diferentes dosis de probiótico (*Lactobacillus acidophilus (La)*) en el alimento de pollos de engorda el cual podría ayudar a mantener las condiciones saludables del tracto digestivo y, con ello, mejorar las variables productivas. Para lograrlo, se realizó un diseño estadístico completamente aleatoria en el cual se usaron tres tratamientos y un testigo con cinco repeticiones y cinco pollos cada uno. En total se utilizaron 100 pollos de tipo comercial. Durante el estudio se recolectaron datos de consumo de alimento total (g), ganancia de peso (g), conversión alimenticia (CA) y Eficiencia Alimenticia (GP). El análisis de los mismos se realizó mediante el software de análisis estadístico SAS (Statistical Analysis System) y para los datos con diferencias significativas se usó la comparación de medias de Tukey mediante un modelo algebraico. Los resultados obtenidos mostraron que hubo diferencias significativas en la ganancia de peso entre la dosificación 0.5 g La/kg (2067.53 g), dosificación 1 g La/kg (2181.43 g) y dosificación 1.5 g La/kg (1908.67 g). En cuanto a la conversión alimenticia no presentaron diferencias significativas.

Materiales y métodos

El experimento siguió un diseño estadístico completamente al azar en el que se utilizaron cuatro tratamientos (0 g La/kg alimento; 0.5 g La/kg alimento; 1.0 g La/kg alimento y 1.5 g La/kg alimento) con cinco repeticiones con cinco pollos cada uno. Se utilizaron 100 pollos mixtos de la línea comercial Cobb-500 con un día de edad, peso de 45 ± 10 g. Durante el periodo de medición se evaluó consumo de alimento total, ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia. El alimento suministrado se mezcló de 5 a 10 kg por tratamiento por periodos. Se tomaron datos del alimento ofrecido y el rechazo diario, así como el peso de cada animal. Los resultados obtenidos de cada variable se analizaron estadísticamente con el software SAS Versión 9.1 y, aquellos que resultaron con diferencias significativas se aplicó la comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad cuyo modelo es $Yij=\mu+Ti+\varepsilon ij$ con (i=1, 2, 3, 4 tratamientos) y (j=1, 2, 3, 4, 5 repeticiones), donde Yij=Variable de respuesta, μ=Media general, Ti=Efecto del i-ésimo tratamiento y εij=Error experimental.

Resultados y discusión

Al analizar los datos según el párrafo anterior, los resultados de consumo no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos. Lo anterior confirman lo obtenido por Vázquez, (2022) que tampoco encontró diferencias significativas en el consumo de alimento. Sin embargo, cuando se adiciona 1.0 g *La*/kg de probiótico hay una tendencia semanal a un aumento gradual en el consumo excepto en la última semana donde tendió a disminuir en relación a los demás tratamientos. Lo anterior podría deberse al efecto del probiótico que fortalece y desarrolla la flora bacteriana, lo que posiblemente aumentó la absorción de los nutrientes del alimento. Los resultados obtenidos de ganancia de peso (Cuadro 1), revelan diferencias para ganancia de peso total y diaria, con mejores resultados para la dosis de 1 g *La*/kg, en comparación con la dosis de

1.5 g *La*/kg (P<0.05). Al adicionar 0 g y 0.5 g *La*/kg(P>0.05) resultó en diferencias estadísticas (p>0.05). Los resultados obtenidos son similares al de los autores Efrén (2023) y Danladi *et al*. (2022).

Cuadro 1. Consumo de alimento de pollos de engorda suplementados con probiótico (Aqualac).

Variable (g)	Tratamiento					
	0 g	0.5 g	1.0 g	1.5 g	DMS	P>Fx
Ganancia diaria	55.595^{ab}	59.072^{ab}	62.327^{a}	54.534^{b}	7.0035	0.0282^{*}
Ganancia total	1945.81^{ab}	2067.53^{ab}	2181.43^{a}	1908.67^{b}	245.13	0.0283^{*}
Conversión alimenticia	1.74	1.75	1.57	1.71	0.26	0.1136
Eficiencia alimenticia	0.61	0.58	0.65	0.59	0.10	0.1629
Semana 1	39.49	20.23	24.49	20.56	37.76	0.4283
Semana 2	10.63	26.09	27.02	23.13	38.19	0.6058
Semana 3	65.84	67.72	72.37	66.48	17.11	0.7843
Semana 4	86.32	75.39	95.19	81.46	23.69	0.1889
Semana 5	79.10	107.95	91.32	84.70	40.88	0.2915

T1=0.5 g de probiótico/kilogramo de alimento; T2=1.0 g de probiótico/kilogramo de alimento; T3=1.5 g de probiótico/kilogramo de alimento; DMS=Diferencia Mínima Significativa

Conclusiones

Al adicionar *Lactobacillus acidophillus* en el alimento en dosis de 1 g *La*/kg mejoró la ganancia diaria y total. La menor dosis de probiótico no causó ningún efecto en las ganancias de peso.

Literatura citada

Danladi, Y. (2022). Efectos de los postbióticos y paraprobióticos como sustitutos de los antibióticos sobre el rendimiento del crecimiento, las características de la canal, la histomorfología del intestino delgado, el estado inmunitario y la expresión génica del crecimiento hepático en pollos de engorde. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. https://doi.org/10.3390/ani12070917.

Efrén, W., F., M. (2023). Comportamiento Productivo de Pollos Camperos con el uso de Probióticos en Agua de Bebida. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión el Carmen Carrera de Ingeniería Agropecuaria. URL: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4629/1/ULEAM-AGRO- 0148.pdf.

SÁENZ, (2025). Nutrición avícola: el papel de los sistemas de suministro de alimentos y su impacto en la producción sostenible. Veterinaria Digital.Rodo sobre medicina veterinaria y producción animal.

Vázquez, O. (2022). Alimentar con Ecobiol® (B. amyloliquefaciens CECT 5940) reduce la microbiota patógena en el intestino y mejora el rendimiento del pollo de engorda. Mejorando el rendimiento del pollo de engorda. BM Editores.

SUPLEMENTO PARENTERAL DE MICROMINERALES EN CABRITOS NEONATOS SOBRE LA GANANCIA DE PESO EN LA MIXTECA DE OAXACA

Brenda Nayeli Juárez-López; Luis Felipe Ramírez-López; José Ricardo Bárcena-Gama*; Efrén Ramírez-Bribiesca

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería

*rbarcena@colpos.mx

Introducción

Las principales causas de mortalidad en cabritos son las enfermedades infecciosas respiratorias, digestivas, el síndrome inanición exposición y otras más (Patiño *et al*., 2011). En el caso de las deficiencias por minerales, la carencia de selenio y zinc se ha reportado a nivel mundial y en el país. Sin embargo, las deficiencias de cobre (Cu) y hierro (Fe) son limitadas, por lo que los estudios deben enfocarse en el tema. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de Cu y Fe sobre la ganancia de peso en cabritos.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en Santo Domingo Tonalá, Oaxaca, con 80 cabritos de la raza Pastoreña de 1 a 4 meses de edad con un peso de 7.73 kg, se agruparon en 4 con 20 cabritos por grupo, todos se mantuvieron en pastoreo con el rebaño. Los cuatro tratamientos fueron: testigo, aplicación solamente de Cu o de Fe, y una combinación de Cu y Fe. Todas las aplicaciones fueron intramusculares, las soluciones inyectadas se elaboraron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados, Montecillo. El Cu consistió en $CuSO_4$ a una dosis de 0.4 mg Cu/kg PV; la de Fe fue Fe dextrán a una dosis de 0.5 mg/kg PV; el tratamiento con Cu y Fe se mantuvo a las dosis ya mencionadas. Al inicio del estudio y posteriormente, se registró el peso cada 14d postdosificación. El diseño fue completamente al azar, con a inclusión de la interacción tratamiento por días de posdosificación. Las diferencias entre medias se evaluaron con los comandos LSMEANS y PDIFF.

Resultados y discusión

Las ganancias de peso fueron mayores ($P < 0.05$) al aplicar Fe y la combinación Cu/Fe (Cuadro 1). Sin efecto de interacción entre los tratamientos y los días posdosificación ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Ganancia de peso (kilogramos) de cabritos Pastoreños de los cuatro tratamientos

	Días *post*-dosificación				
	0	14	28	42	EEM
Testigo	7.70a w	7.82a wx*	8.56a y	8.87a x	0.29
Cobre	7.73a w	7.82a wx*	8.12a y w*	9.03a x	0.32
Hierro	7.77a w	8.54ab wz	9.57b y	9.98b x	0.36
Cu - Fe	7.72a w	9.35ab y* z	9.84b x* y	9.69b x	0.32
EEM	0.64	0.64	0.64	0.64	

a, b, Medias en igual hilera con al menos una literal en común no son diferentes (P>0.05); w-y, Medias en la misma columna con al menos una literal en común no son diferentes (P>0.05); *P <0.1; EEM= Error estándar de la media.

La tasa de crecimiento en los grupos suplementados coincide con la de otro estudio en el que se suplementó con sales de Cu (Almeida *et al*., 2022). En el ganado bovino, finalizados con suplementos de Cu, se mejoraron las ganancias de peso (Engle *et al.,* 2000). Pero, Zhang *et al.,* (2007) reportan una falta de respuesta en la ganancia de peso diaria de las cabras de Cachemira suplementadas con 10 mg Cu/KgMS. Luginbuhl *et al.,* (2000) también reportan que 10 o 30 mg

Cu kg MS durante 88 días no hubo efecto en el consumo y la ganancia de peso diaria de cabritos destetados. Las formas de suplementación de Cu (ya sea orgánica o inorgánica) y la presencia de minerales antagonistas (S, Mo, Zn, Fe) son los que pueden marcar las diferencias. Con respecto al hierro, la información es muy limitada en cabritos. Se sabe que la anemia por la deficiencia de este mineral en corderos, es un factor de riesgo para el desarrollo de distensión abdominal y gastropatía (Overås *et al.,* 1990). En un estudio realizado en corderos, se les inyectó por vía subcutánea 300 mg de hierro, como hierro dextrano, los corderos inyectados mostraron menos hinchazón abomasal y mejores tasas de crecimiento. En este trabajo se obtuvieron diferencias significativas en ganancias de peso a los 28 y 42 días, lo contrario a lo obtenido por Crilly & Plate (2022), quienes suplementaron con 150 mg de Fe dextrán a corderos recién nacidos. La deficiencia de hierro es la más común en todo el mundo y causa trastornos metabólicos que perjudican la salud (Kolarš *et al*., 2025).

Conclusiones

La dosis única de Fe y Cu – Fe a cabritos neonatos en condiciones de la mixteca de Oaxaca mejoró la ganancia de peso de los cabritos.

Literatura citada

Almeida, V. M., Lima, T. S., Silva-Filho, G. B., Bom, H. A. S. C., Fonseca, S. M. C., Evêncio-Neto, J., Souza, F. A. L., Riet-Correa, F., & Mendonça, F. S. (2022). Copper deficiency in dairy goats and kids. Pesquisa Veterinaria Brasileira, 42, e07162. https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7162.

Crilly, J. P., & Plate, P. (2022). Anaemia in Lambs and Kids Reared Indoors on Maternal Milk and the Impact of Iron Supplementation on Haemoglobin Levels and Growth Rates. *Animals*, *12*(14). https://doi.org/10.3390/ani12141863

Engle, T. E., Spears, J. W., Xi, L., & Edens, F. W. (2000). Dietary copper effects on lipid metabolism and circulating catecholamine concentrations in finishing steers. *Journal of Animal Science*, *78*(10), 2737–2744. https://doi.org/10.2527/2000.78102737x

Kolarš, B., Mijatovi´c Jovin, V., Živanovi´c, N., Minakovi´c, I., Gvozdenovi´c, N., Dickov Kokeza, I., Lesjak, M. (2025). Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia: A Comprehensive Overview of Established and Emerging Concepts. Pharmaceuticals 18, 1104. https://doi.org/10.3390/ ph18081104

Luginbuhl, J. M., Poore, M. H., Spears, J. W., & Brown, T. T. (2000). Effect of dietary copper level on performance and copper status of growing meat goats. *Sheep & Goat Research Journal*, *16*, 65–71.

Overås, J., Ulvund, M. J., & Waldeland, H. (1990). Gastropathy in young lambs. *Veterinary Record*, *16*, 268.

Patiño, R., Da Silva Filho, J., & Pérez P, J. (2011). Modelos de predicción de exigencias minerales para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, *3*(2), 344. https://doi.org/10.24188/recia.v3.n2.2011.409

Zhang, W., Wang, R., Zhu, X., Kleemann, D. O., Yue, C., & Jia, Z. (2007). Effects of dietary copper on ruminal fermentation, nutrient digestibility and fibre characteristics in cashmere goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *20*(12), 1843–1848. https://doi.org/10.5713/ajas.2007.1843

SUPLEMENTACIÓN DE VITAMINA A EN LA GESTACIÓN CAPRINA: EFECTO SOBRE EL PESO NEONATAL

Brenda Nayeli Juárez-López[1*]; Efrén Ramírez-Bribiesca[1]; José Ricardo Bárcena-Gama[1*]; Carlos Eliud Valadez[2], María Esther Ortega-Cerrilla[1]; Víctor Sánchez-Díaz[3]

[1]Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.[2]Inmunologia y vacunología del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR.[3]Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

*rbarcena@colpos.mx

Introducción

La nutrición en los rebaños caprinos es fundamental para el adecuado desempeño productivo y sanitario de los animales. Sin embargo, el suministro de dietas equilibradas es un desafío por la fuerte variación entre regiones, anual y entre años en la disponibilidad y calidad del forraje. En el último tercio de gestación se incrementan los requerimientos nutricionales de las cabras por el rápido desarrollo fetal y los cambios fisiológicos maternos. El peso al nacer y la mortalidad neonatal están influidos por el manejo nutricional en esta etapa (Abou-Elkhair *et al*., 2020). La supervivencia neonatal del cabrito, depende de adaptarse al medio extrauterino: respiración pulmonar, ajuste cardiovascular, termorregulación y suministro de nutrientes (Dwyer *et al*., 2015). La vitamina A influye en procesos de diferenciación celular, desarrollo embrionario y la formación de tejidos, el NRC (2007) indica que el requerimiento de vitamina A puede incrementarse durante la gestación, debido a su participación en el desarrollo fetal y función placentaria. En este contexto, el presente estudio tuvo el objetivo de evaluar el suplemento de Vitamina A durante el último tercio de gestación en el peso al nacer de cabritos.

Materiales y métodos

El experimento usó 24 cabras en el último tercio de gestación que pesaron 48.3 ± 9.8 Kg/cabra. Las cabras se alojaron en corraletas individuales provistos con bebedero, comedero y cama de viruta. La alimentación fue *ad libitum* de manera individual, ofreciendo el alimento en 50 y 50% en la mañana y tarde, respectivamente; diariamente se pesó el ofrecido y rechazado para estimar consumo. La cantidad de alimento ofrecida fue 10% por arriba del consumo del día anterior. Las cabras fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos (n=12), Testigo (T1) y suplementado con Vitamina A (T2). La suplementación se realizó con la inclusión de vitamina A comercial (Nutri Plan®). La dosis suministrada se estableció con lo sugerido por NRC (2007), la dosis fue de 8200 UI por día.

Resultados y discusión

La aplicación de vitamina A no ocasionó diferencia ($p>0.05$) en el consumo por cabra base seca diario promedio que fue 2. 5 kg promedio, ni en el peso al nacer de los cabritos. Resultados similares han sido reportados en sistemas caprinos donde las dietas basales cubren los requerimientos nutricionales, indicando que los suplementos adicionales de micronutrientes liposolubles no siempre se traducen en mejoras productivas cuando no existe una deficiencia previa (Castillo-Gutierrez *et a*l., 2022). La vitamina A participa en procesos de diferenciación celular, desarrollo embrionario y regulación del sistema inmune fetal. No obstante, estudios recientes en pequeños rumiantes han demostrado que el impacto sobre el peso al nacimiento depende del estado nutricional materno y del momento de la suplementación (FAO, 2022). En condiciones donde el aporte energético-proteico es adecuado, la respuesta productiva puede ser limitada, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

No se observó asociación significativa entre el consumo promedio materno y el peso al nacimiento del cabrito ($p > 0.05$). Investigaciones recientes señalan que el crecimiento fetal en rumiantes

está fuertemente influenciado por la nutrición durante el último tercio de la gestación; sin embargo, variaciones moderadas en el consumo que no comprometen el balance energético difícilmente generan diferencias detectables en el peso neonatal (Miura et al., 2021). Esto sugiere que el rango de consumo registrado en el presente estudio pudo haber sido suficiente para cubrir los requerimientos sin generar efectos diferenciales entre tratamientos.

Conclusiones

La suplementación con vitamina A, no influyó sobre el desarrollo fetal ni el peso al nacimiento. Estos hallazgos refuerzan la importancia de evaluar el estado nutricional de las cabras en gestación previo de implementar estrategias de suplementación.

Literatura citada

Abou-Elkhair, R., Mahboub, H., Sadek, K., & Ketkat, S. (2020). Effect of prepartum dietary energy source on goat maternal metabolic profile, neonatal performance, and economic profitability. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, *7*(3), 566–574. https://doi.org/10.5455/javar.2020.g454

Castillo-Gutierrez, D., Hernández-Arteaga, L. E. S., Flores-Najera, M. J., Cuevas-Reyes, V., Vázquez-García, J. M., Loredo-Osti, C., Beltrán-López, S., Ballesteros-Rodea, G., Gonzalez-Bulnes, A., Meza-Herrera, C. A., & Rosales-Nieto, C. A. (2022). Methionine Supplementation during Pregnancy of Goats Improves Kids' Birth Weight, Body Mass Index, and Postnatal Growth Pattern. *Biology*, *11*(7), 1065. https://doi.org/10.3390/biology11071065

Dwyer, C. M., Conington, J., Corbiere, F., Holmoy, I. H., Muri, K., Nowak, R., Rooke, J., Vipond, J., & Gautier, J. M. (2015). Invited review: Improving neonatal survival in small ruminants: Science into practice. *Animal*, *10*(3), 449–459. https://doi.org/10.1017/S1751731115001974

FAO. (2022). FAO. https://doi.org/10.4060/cc0639en

Miura, H., Mukai, K., Sudo, K., Haga, S., Suzuki, Y., Kobayashi, Y., & Koike, S. (2021). Effect of trehalose supplementation in milk replacer on the incidence of diarrhea and fecal microbiota in preweaned calves. *Journal of Animal Science*, *99*(1). https://doi.org/10.1093/jas/skab012

NRC. (2007). National Academies Press. https://doi.org/10.17226/11654

SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN FINALIZACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Jairo Apáez-Barrios; Ricardo Sanchez-Cruz; Domingo Torres-Cruz
Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero
* jairo.apaez@csaegro.edu.mx

Introducción

La porcicultura es una de las principales actividades ganaderas de mayor importancia en la producción, esta remota desde la antigüedad, y gracias a que es una proteína de bajo valor económico y elevado valor nutritivo ocasiona que otras carnes sean reemplazadas por ella (Rodríguez *et al*., 2024). Hoy en día predomina por utilizar solamente alimento concentrado, que es elaborado a base de granos de cereales, oleaginosas y algunos nutrientes, esto tiene como consecuencia que los costos estén entre 70 a 80% del total (Herrera et al., 2013). Por lo anterior, la alimentación para los cerdos debe estar elaborada de dietas que engloben los niveles nutricionales requeridos. Sin embargo, los aditivos en la alimentación se han utilizado diferentes con el fin de optimizar la producción con resultados positivos, en este caso los promotores de crecimiento se han utilizado principalmente en el ganado vacuno con resultados positivos, es por ello que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del Clorhidrato de Zilpaterol en la alimentación de cerdos en finalización.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en una Unidad de Apoyo al Desarrollo, Investigación y Extensión (UADIE) Porcícola del Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CEP-CSAEGRO). Se utilizaron 18 cerdos macho y hembras de la raza Landrace-Yorkshire con peso promedio inicial de 60 ± 5 kg y 2 meses de edad, estos mantuvieron alojaron en corrales con piso de concreto, comederos de 20 kg de capacidad y bebederos con chupones de agua para libre acceso. Cada cerdo se distribuyó a tres tratamientos con 6 repeticiones. Los tratamientos fuero 0 g/t., 10 g/t. y 15 g de Clorhidrato de Zilpaterol/t de alimento elaborado con varios ingredientes convencionales para cerdos. La prueba de alimentación duro 28 días con ofrecmeinto de alimento tres veces al día (7:00, 12:00 y 17:00 h). Las variables medidas fueron: Consumo de alimento total, al día y a la semana, ganancia de peso vivo total y promedio al día y a la semana, conversión y eficiencia alimenticia. Los datos registrados fueron analizados por análisis de varianza convencional (SAS 9.4) y la separación de media fue con la prueba de Tukey a 0.05 de probabilidad para la significancia.

Resultados y discusión

En la semana 1, el consumo de alimento promedio por día, sin Clorhidrato de Zilpaterol fue menor en 500 g que el logrado con la adición de promotor de crecimiento. El consumo promedio por día y el total fue mayor al agregar 15 g del promotor de crecimiento, contrario a lo reportado por De abreu *et al*. (2024). La ganancia promedio diaria (940 a 990 g), por semana (entre 780 y 1110 g) y total (26.26 y 27.73 kg) manifestó mejor respuesta al agregar 10 g de Clorhidrato de Zilpaterol ($p<0.05$). La conversión alimenticia (2.03 y 2.06 kg) fue mayor con respecto al testigo (4.68 kg; $p<0.05$). Para la eficiencia y conversión alimenticia no se detectó diferencias significativas ($p>0.05$).

Conclusión

La adición de Clorhidrato de Zilpaterol en la dieta de cerdos en finalización no afecta las variables de ganancias de peso y eficiencia y conversión alimenticia cuando se adiciona el 10 y 15 g/t de alimento. Sin embargo, si se modificó el consumo de alimento, siendo mayor cuando se adiciona

en dosis de 10 g/t. En la mayoría de las variables descritas se obtuvieron resultados similares, por lo tanto, es factible suplementar la dieta de cerdos con Clorhidrato de Zilparerol en 10 g.

Literatura citada

De Abreu, R. C., Kiefer, C., de Souza Nascimento, K. M. R., Corassa, A., Marçal, D. A., da Silva Alencar, S. A., Y dos Santos, T. M. B. 2024. Cromo e restrições alimentares como estratégias alternativas a ractopamina para suínos em terminação. Ciencia rural, 54(5), 11.

Herrera, R., Pérez, A., Arece, J., Hernández, A. y Iglesias, J. M. 2013. Utilización de grano de sorgo y forraje de leñosas en la ceba porcina. Pastos y Forrajes. 36(1): 56-63.

Rodríguez, Ortega, L. T., Zúñiga, Estrada, E. A., Hernández, Guzmán, F. J., Zúñiga, Estrada, M. A., Estrada, Hernández, M. L., Rodríguez, Ortega, A. 2024. Producción porcina y avícola Descripción de la producción porcina y avícola en México. XAHNI Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 6, 1(2), pp. 1-4

Vitaluña, Moya, O. V. 2014, Evaluación de diferentes niveles de VITAFERT en crecimiento-engorde de cerdos. Tesis de grado previo a la obtención del título Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

INFLUENCIA DE LA CONDICIÓN CORPORAL EN LOS PARAMETROS SEMINALES DEL SEMENTAL BOVINO

Blanca Olga Noyola-Apolonio[1]; María Benedicta Bottini-Luzardo[1]; Paulino Sánchez-Santillán[1]; Luis Antonio Saavedra-Jiménez[2]; Félix de Jesús Mayren-Mendoza[1]; Karlos Orozco-Durán[3]

[1] Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guerrero. [2] Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. [3] Facultad de Agrobiología presidente Juárez. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

17311481@uagro.mx

Introducción

La calidad de la alimentación del ganado bovino se refleja en la condición corporal (CC) y ésta influye sobre la secreción de GnRH (D'Occhio *et al*., 2019). La sub y sobrealimentación del semental bovino afecta negativamente y por tanto, la calidad seminal (Ramos *et al*., 2024). Por lo que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la condición corporal en la calidad seminal.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en los municipios de Cuajinicuilapa y Ometepec, Guerrero y agencias municipales de Santiago Llano Grande la Banda, Santiago Llano Grande Tapextla, Santo Domingo Armenta, Oaxaca. Se utilizaron 15 toros *Bos indicus*, en etapa reproductiva, agrupados por CC en tres, cada uno con cinco toros: grupo 1 (CC= 5), grupo 2 (CC entre 6 y 7) y grupo 3 (CC entre 8 y 9). Cada bimestre, entre las 7:00 y 8:00 horas, se tomó una muestra seminal por un periodo de 8 meses, acorde a Rangel (2007). La motilidad individual se registró de una muestra de 20 µL de semen fresco y el movimiento progresivo de los espermatozoides fue por observación. Los porcentajes de espermatozoides vivos y muertos se calcularon de un frotis con tinción eosina-nigrosina donde se realizó el conteo de 100 células. De la muestra seminal, 100 µL se depositaron en un tubo Falcón que contenía 9.99mL de formol al 10 % en una relación 1:100. La concentración espermática se determinó en la cámara de Neubauer Bright line acorde con Barth (2007). El análsis fue por estadísticos descriptivos calculados con software R (R Core Team, 2023).

Resultados y discusión

La motilidad espermática fue igual o superior al 50 % a través de las condiciones corporales (Cuadro 1) lo que supera el 30% establecido por la Sociedad de Teriogenología (2018). El mínimo porcentaje de espermatozoides vivos en los sementales con CC de 5 fue menor al 70% establecido por la Sociedad de Teriogenología (2018), pero el promedio como el máximo de esta variable quedan por arriba de este mínimo propuesto.

La concentración espermática fue máxima en los sementales con CC entre 6 y 7 (Cuadro 1) para el caso de sementales con CC de 5 el promedio de concentración espermática se encontró por debajo de la recomendación de 250 x 10^6 espermatozoides $mL^{-}1$por lo que podrían tener una menor calidad de semen que los sementales con mayor CC. La variabilidad en los parámetros del semen fue menor en los sementales con CC entre 6 y 7 lo que permite indicar la conveniencia de mantener esta CC en los sementales para un semen más estable en sus características.

Conclusiones

La condición corporal de los sementales puede influir en la calidad seminal por lo que es importante un manejo de la condición corporal de los sementales para lograr una máxima tasa reproductiva.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para motilidad, porcentaje de vivos y concentración espermática en sementales bovinos de Guerrero y Oaxaca

Condición corporal	Variable	Mínimo	Promedio	Máximo	Desv est
5	Motilidad (%)	50.0	63.8	75.0	5.94
	% Vivos	67.0	80.0	85.0	4.38
	Concentración (10^6/mL)	195.0	227.5	254	19.36
6 a 7	Motilidad (%)	70.0	77.5	85.0	3.73
	% Vivos	78.0	84.1	89.0	3.12
	Concentración (10^6/mL)	247.2	279.0	308.39	15.59
8 a 9	Motilidad (%)	65.0	76.6	85.0	6.25
	% Vivos	76.0	83.2	89.0	3.37
	Concentración (10^6/mL)	235.0	269.4	318.0	27.67

Literatura citada

Barth, A.D. (2007). Evaluation of Potential Breeding Soundness of the Bull. W. R. Threlfall; Robert S. Youngquist. Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Second Edition ed.) United States of America, ELSEVIER, 228-240.

D'Occhio, M., Baruselli, P & Campanile, G. (2019). Influencia de la nutrición, la condición corporal y el estado metabólico en la reproducción en bovinos de carne hembras: una revisión. Teriogenología, 125: 277-284.

Ramos, R.A., Vaca, D. F., Maldonado, E.V & López, M.A. (2024). Nutrición y espermatogénesis. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 43, 2-17.

Rangel, P.L. (2007). Evaluación de la salud de sementales bovinos. Reproducción bovina, FMVZ-UNAM, 2007.

Sociedad de Teriogenología. (2018). Manual de la Sociedad de Teriogenología para el examen de la aptitud reproductiva de los toros. Segunda edición.

CALIDAD DEL HUEVO DE TRASPATIO EN GUERRERO Y OAXACA

Luis Antonio Saavedra-Jiménez[1]; María Benedicta Bottini-Luzardo[2]; Jahdai Hernandez-Morales[2]; Marisol Vázquez-Alfaro[2]

[1] Universidad Autónoma Chapingo. [2] Universidad Autónoma de Guerrero

lsaavedraj@chapingo.mx

Introducción

La avicultura de traspatio es un sistema de cría de aves cerca de las viviendas con un enfoque de autoconsumo (Gentile *et al*., 2024). Impacta positivamente en la economía y seguridad alimentaria, proporcionando carne y huevo (Cuca-García *et al*., 2018) que son percibidos como más saludables. La calidad del huevo depende de factores internos y externos (Ulbad & André, 2024) como genética, nutrición, almacenamiento y entorno. En México, la norma NMX-FF-127-SCFI-2016 establece estándares de calidad, pero su cumplimiento es limitado. Bajo este escenario, el objetivo fue evaluar la calidad del huevo de gallinas criollas criadas en sistemas de traspatio en comunidades de las regiones Montaña de Guerrero y Costa Chica de Guerrero y Oaxaca, México.

Materiales y métodos

Entre noviembre y diciembre de 2024, se colectaron 180 huevos frescos de gallinas criollas de traspatio en la región de la Costa Chica de Guerrero y Oaxaca, y la Montaña de Guerrero. Los huevos, de gallinas de diversas edades, fueron adquiridos a amas de casa informándoles sobre el análisis de laboratorio. Se evaluó: peso del huevo (PH) y cascarón (PC) con una báscula digital (Truper®); diámetro longitudinal (DL), transversal (DT), de yema (DY) y clara (DC) con vernier digital (Truper®). Se estimó el índice del cascarón (IC = (PC/PH) * 100) y el índice morfológico (IM = (DT/DL) * 100) (Ojeda & Olmo, 2022). Los datos se analizaron con estadística descriptiva y correlación simple.

Resultados y discusión

La variabilidad en peso del cascarón e IC (CV > 10%) sugiere heterogeneidad en las condiciones de producción. Los diámetros del huevo (longitudinal, transversal, de yema, y clara) mostraron menor CV (< 10%), lo que refleja estabilidad morfológica del huevo (Cuadro 1). Esto sugiere que, pese a la diversidad genética y de manejo, las gallinas criollas mantienen una forma de huevo relativamente constante

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de características del huevo de gallina criollas de traspatio de las regiones Montaña de Guerrero y Costa Chica de Guerrero y Oaxaca

Característica	Promedio ± DE	CV (%)
Peso del huevo (g)	48.79 ± 6.35	13.01
Peso del cascarón (g)	5.87 ± 1.16	19.76
Diámetro longitudinal (cm)	5.65 ± 0.36	6.37
Diámetro transversal (cm)	4.29 ± 0.37	8.62
Diámetro de la yema (cm)	4.42 ± 0.49	11.09
Diámetro de la clara (cm)	8.04 ± 1.03	12.81
Índice de cascarón (%)	12.08 ± 2.24	18.54
Índice morfológico (%)	76.08 ± 6.36	8.36

DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación

Los coeficientes de correlación simple (r_s) se presentan en el Cuadro 2, 42.86% se clasificaron como de magnitud alta ($0.6 \leq r_s < 1.0$), 35.71% como moderada ($0.3 \leq r_s < 0.6$), 10.72% como baja ($0.1 \leq r_s < 0.3$), y el resto 10.71%, correspondió a correlaciones inexistentes ($0.0 \leq r_s < 0.1$). Las correlaciones entre PH y PC, así como entre DT e IM, indican una coherencia estructural en la conformación del huevo: los huevos más grandes tienden a tener cáscaras más pesadas y

formas más redondeadas. La correlación entre PH e IM sugiere que el tamaño no necesariamente afecta la forma, lo que puede ser un rasgo adaptativo de las gallinas criollas capaces de mantener la integridad del huevo incluso bajo condiciones variables. Las correlaciones débiles o negativas pueden reflejar limitaciones en la disponibilidad de minerales fenómeno frecuente en aves sin dietas formuladas.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación simple entre indicadores de calidad del huevo de gallinas criollas de traspatio recolectados en la región Montaña y Costa Chica de Guerrero y Oaxaca

	PC	DL	DT	DY	DC	IC	IM
PH	0.51	0.55	0.44	0.43	0.23	-0.17	0.05
PC	1.00	0.61	0.54	0.36	0.28	0.75	0.12
DL		1.00	0.43	0.41	0.51	0.29	-0.30
DT			1.00	0.39	-0.05	0.27	0.73
DY				1.00	0.18	0.11	0.11
DC					1.00	0.16	-0.44
IC						1.00	0.07

PH: peso del huevo (g), PC: peso del cascarón (g), DL: diámetro longitudinal (cm), DT: diámetro transversal (cm), DY: diámetro de la yema (cm), DC: diámetro de la clara (cm), IC: Índice del cascarón (%), IM: Índice morfológico (%)

Conclusiones

La calidad física de los huevos de gallinas criollas criadas en sistemas de traspatio en comunidades de las regiones Montaña de Guerrero y Costa Chica de Guerrero y Oaxaca, México es buena.

Literatura citada

Cuca-García, J. M., Gutiérrez-Arenas, D. A., & López-Pérez, E. (2018). La avicultura de traspatio en México: Historia y caracterización. *Agro Productividad*, 8(4). https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/669

Gentile, N., Carrasquer, F., Marco-Fuertes, A., & Marin, C. (2024). Backyard poultry: Exploring non-intensive production systems. *Poultry Science*, 103(2), 103284. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103284

NMX-FF-127-SCFI-2016. (2016). Productos avícolas – Huevo fresco de gallina – Especificaciones y métodos de pruebas. https://sitios1.dif.gob.mx/alimentacion/docs/NMX-FF-127-SCFI-2016_Huevo_fresco.pdf

Ojeda, A., & Olmo González, C. (2022). Comparación física de la calidad externa e interna del huevo de tres razas de gallinas. *Opuntia Brava*, 14(1), 134–144. https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1221

Ulbad, T. P., & André, T. (2024). Factors affecting egg quality and functional properties. *International Journal of Advanced Research*, 12(8), 1235–1250. http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/19366

INFLUENCIA DE DOS DILUYENTES SEMINALES EN LA CALIDAD ESPERMÁTICA Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN CONEJAS

Vicente De La Cruz-Cruz[1]; Raymundo Rodríguez-De Lara[1*]; Rodolfo Ramírez-Valverde[1]; Marianella Fallas-López[2]; Demetrio Ambríz-García[3]

[1] Departamento de Zootecnia, Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo. [2] "Conejos Centro de Investigación Científica del Estado de México. [3] Departamento de Biología de la Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa

* rayrodriguezdelara@gmail.com

Introducción

El uso de la inseminación artificial (IA) en granjas comerciales optimiza la producción de conejos (Viudes-de-Castro *et al*., 2023), reduciendo la cantidad de machos en las granjas, mejoramiento genético y mejorar las condiciones sanitarias de las granjas (Castillo *et al*., 2025). Un aspecto clave para el éxito de la IA es el uso de diluyentes seminales (Boulbina *et al*., 2025). Sin embargo, en México no hay diluyentes seminales comerciales propios, lo cual genera dependencia de estos, encareciendo costos, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar dos diluyentes desarrollados localmente a diferentes horas post-dilución en semen de conejo fresco.

Materiales y métodos

Se realizó un ensayo en las instalaciones del Centro de Investigación Científica del Estado de México A.C. ubicado en San Miguel Coatlinchán, México. Se realizaron pruebas de campo, al inseminar artificialmente conejas con semen conservado en los dos diluyentes a diferentes tiempos y se realizaron 16 sesiones, 8 para California (CA) y 8 para Nueva Zelanda Blanco (NZB). En cada sesión se usaron 8 mL, esta cantidad se diluyó aleatoriamente a 4 tubos conteniendo 2 mL cada uno, en donde 2 tubos contenían semen diluido en una solución buffer salina fosfatada enriquecida adicionada con gel (SBSFE + Gel) y, 2 tubos en una solución buffer salina fosfatada estándar con gel o control (SBSF + Gel) y se conformaron cuatro tratamientos experimentales: 1) Semen de conejos CA conservado en SBSFE + Gel; 2) Semen de conejos CA conservado en SBSF + Gel; 3) Semen de conejo NZB conservado en SBSFE + Gel; 4) Semen de conejo NZB conservado en SBSF + Gel. El diseño experimental fue completamente al azar con 4 tratamientos y 8 repeticiones por tratamiento, al final todas las muestras se evaluaron utilizando el sistema de análisis de semen computarizado (CASA). Las variables de respuesta en las pruebas de laboratorio se analizaron mediante cuadrados medios mínimos utilizando el procedimiento PROC GLM de SAS (2016). Para las variables de comportamiento reproductivo se analizaron mediante GLM de SAS. Las comparaciones de medias se realizaron utilizando la prueba de Tukey. Coeficientes de correlación de Pearson fueron calculados por PROC CORR de SAS.

Resultados y discusión

El diluyente SBSF + Gel (estándar) mostró mejores resultados en motilidad total y progresiva, cinética de movimiento, número de espermatozoides vivos normales motiles progresivos y dosis potenciales para inseminación artificial, efectos asociados a una osmolaridad más cercana a la del semen fresco y a una menor inducción de estrés osmótico. El diluyente $SBSF_E$ + Gel (enriquecido) incrementó el porcentaje de espermatozoides estáticos en 32.9 % y redujo parámetros funcionales, con respuestas diferenciales entre razas, siendo la California más sensible. En la fase de campo, realizada sólo en conejas Nueva Zelanda Blanco, no se observaron diferencias significativas entre diluyentes en la tasa de partos ni en el tamaño de camada cuando el semen se conservó hasta 3 h a 32 °C, lo que indica que, pese a las diferencias *in vitro*, ambos medios fueron funcionalmente equivalentes en condiciones prácticas de inseminación artificial a corto plazo.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos (± error estándar) para los efectos de raza, tipo de diluyente y tiempo de conservación en la osmolaridad, calidad espermática y potencial reproductivo en conjugados seminales de conejo.

Variable	Raza		Valor-*P*	Diluyente		Valor-*P*	Hora			Valor-*P*
	NZB (n = 56)	CA (n = 69)		$SPSF_E$ + G (n = 59)	SBSF + G (n = 66)		0 (n = 41)	1 (n = 42)	2 (n = 42)	
Osmolaridad (mOsmol/kg^{-1}) *	286.7 ± 4.6^{b}	301.8 ± 4. 1a	0.019	319.8 ± 4. 4^{a}	268.7 ± 4.2^{b}	0.0001	293.8 ± 5.2	292.3 ± 5.3	296.7 ± 5.3	0.834
Estáticos (%) *	7.7±0.7^{b}	12.0±0.7^{a}	0.0001	11.3±0.7^{a}	8.5±0.6^{b}	0.0004	8.7±0.9^{a}	8.8±0.6^{b}	12.2±0.8^{a}	0.005
Viabilidad (%) **	96.0±0.2	96.4±0.2	0.151	96.7±0.2^{a}	95.7±0.2^{a}	0.0004	96.3±0.2	96.2±0.2	96.1±0.2	0.860
Normalidad (%)	96.4±0.2^{a}	94.9 ± 0.2^{b}	0.0001	95.7 ± 0.2	95.7 ± 0.2	0.885	94.7 ± 0.3^{b}	95.1 ± 0.3^{a}	96.2±0.3^{a}	0.0004
Motilidad total (%) *	92.3±0.7^{a}	88.0±0.6^{b}	0.0001	88.7±0.7^{b}	91.5±0.6^{a}	0.004	91.3±0.9^{a}	91.2±0.8^{a}	87.8±0.8^{b}	0.005
Motilidad progresiva (%)	55.4±1.0^{a}	37.4±0.9^{b}	0.0001	40.8±1.0	52.0±1.0	0.0001	50.7±1.2^{a}	48.6±1.2^{a}	39.9±1.2^{b}	0.0001
VSL (µm/s)	75.8±1.0^{a}	61.9±0.9^{b}	0.0001	66.7±1.0^{b}	71.0±0.9^{a}	0.001	67.5±1.1^{b}	72.4±1.1^{a}	66.7±1.1^{b}	0.0001
LIN (%) *	47.4±0.5^{a}	39.6±0.5^{b}	0.0001	39.7±0.5^{b}	47.2±0.5^{a}	0.0001	46.2±0.6^{a}	43.8±0.6^{b}	40.4±0.6^{c}	0.0001
EVNMP (x 10^{6}) *	761.5±16.3^{a}	523.4±14.6^{a}	0.0001	572.3±16.1^{b}	712.6±15.1^{a}	0.0001	691.5±20.1^{a}	681.3±18.8^{a}	554.5±19.3^{b}	0.0001
Dosis IA*	38.1±0.82^{a}	26.2±0.73^{b}	0.0001	28.6±0.81^{b}	35.6±0.75^{a}	0.0001	34.6±1.0^{a}	34.1±0.94^{a}	27.7.9±0.97^{b}	0.0001

* - Sesión usada como covariable.
** - Concentración espermática/mL usada como covariable.
^{abc} - Letras con diferentes superíndices en la misma hilera dentro de efecto son diferentes ($p < 0.05$).

Conclusiones

Se observó que los diluyentes evaluados son funcionales con potencial de comercialización, por lo que representan una innovación relevante para la cunicultura nacional.

Literatura citada

Boulbina, I., Bekara, M. E. A., AinBaziz, H., Mattioli, S., & Castellini, C. (2025). Breed-Specific Responses of Rabbit Semen to Chilling Storage: Sperm Quality, Acrosome Status, and Oxidative Stress Biomarkers. *Animals*, *15*(16), 2384. https://doi.org/10.3390/ani15162384

Castillo, J. J., Vicente, J. S., Marco-Jiménez, F., Aguilar, E., & Viudes-de-Castro, M. P. (2025). Reducing Hormonal Inputs in Rabbit Reproduction: Physical Ovulation Induction with a 3D-Printed Cannula. Animals, 15(17), 2544. https://doi.org/10.3390/ani15172544

SAS. (2016). SAS/STAT User´s guide. (Relase 9.1) SAS Publishing, Ary (NC), 1-7, 5180.

Viudes-de-Castro, M. P., Marco Jimenez, F., & Vicente, J. S. (2023). Reproductive Performance of Female Rabbits Inseminated with Extenders Supplemented with GnRH Analogue Entrapped in Chitosan-Based Nanoparticles. *Animals*, *13*(10), 1628. https://doi.org/10.3390/ani13101628

EVALUACIÓN DE EMISIONES DE METANO ENTÉRICO EN BECERRAS HOLSTEIN EN CONDICIONES DE PASTOREO INTENSIVO

Gabriela Sinai Prado-Ramírez[1*]; David Paredes-Diaz[2;] Daniela Avila-Castañeda[2;] Efren Ramirez-Bribiesca[2]; Ricardo Amendola Massiotii[1]
[1]Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo
[2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa de Ganadería.
* sinai1916@gmail.com

Introducción

Los sistemas de producción de rumiantes son una fuente importante de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) (Loza et al., 2024). En este contexto, se han desarrollado estrategias para cuantificar y mitigar dichas emisiones conforme a los compromisos del Acuerdo de París (Arango et al., 2020). Entre estas estrategias, la técnica de gas trazador SF_6 es ampliamente utilizada para estimar emisiones de metano (CH_4) en rumiantes en condiciones de pastoreo, debido a su bajo costo y a que permite el comportamiento normal de los animales (Johnson et al., 1994). El objetivo de este estudio fue estimar las emisiones de CH_4 in vivo en novillas lecheras en pastoreo utilizando esta técnica.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el "Módulo de producción de leche en pastoreo" de la Universidad Autónoma Chapingo (19°29'20.6"N, 98°52'50.4"W) durante primavera. El periodo experimental fue de 21 días: 16 días de adaptación al marcador y 5 días de muestreo de gases y heces. Se utilizó un potrero con alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Júpiter y ocho novillas Holstein con peso vivo promedio de 200 ± 55 kg. La emisión de CH_4 se determinó mediante la técnica de gas trazador SF_6 (Gere y Gratton, 2010). Dos semanas antes del estudio se introdujo en el rumen un tubo de permeación de SF_6 por vía oral. La tasa de permeación fue de 2.600 ± 0.285 mg/d. Las muestras de gases respiratorios se recolectaron en recipientes de acero inoxidable de 0.5 L y se analizaron mediante cromatografía de gases (Shimadzu® GC-2014). Las emisiones diarias de CH_4 se calcularon a partir de la tasa de liberación de SF_6 y de la relación CH_4/SF_6 en el aliento (Johnson et al., 1994). El diseño del experimento consistió en seleccionar aleatoriamente ocho animales. Las mediciones registradas incluyeron medias de tendencia central y medidas de dispersión.

Resultados y discusión

La emisión promedio de CH_4 fue de 137.71 g/día (Tabla 1), dentro del rango reportado para bovinos jóvenes evaluados con la técnica SF_6 (79–191 g/d) (Ortiz-Chura et al., 2021). En vacas adultas en producción se han reportado valores mayores, entre 297 y 583 g/d, debido a su mayor peso y consumo de alimento (Guimaraes et al., 2022; Civiero et al., 2021). El rendimiento promedio de CH_4 fue de 39.62 g/kg MS, similar a valores reportados para bovinos lecheros en pastoreo (Guimaraes et al., 2022). El Ym obtenido fue de 11.74 %, superior a los valores comúnmente reportados para ganado lechero en pastoreo (6.5–7.0 %) (Loza et al., 2021; Civiero et al., 2021). Estas diferencias pueden relacionarse con la edad, peso y consumo de materia seca de los animales.

Conclusión

Se concluye que la técnica con gas trazador SF6 se muestra como una alternativa viable para evaluar la emisión y rendimiento de CH_4 en bovinos en pastoreo en México.

Cuadro 1. Emisiones de GEI, pH y consumo de materia seca de novillas en pastoreo con alfalfa en el altiplano de México.

Item	Media	Desviación estándar
Emisión de CH_4 (gr/día)	137.71	42.09
Rendimiento de CH_4 (gr/kg ms)	39.62	11.59
Rendimiento de CH_4 (%YM)	11.74	3.66
Emisión de N_2O (ppm)	0.34	0.04
Emisión de CO_2 (ppm)	624.14	71.63
pH	6.28	0.58
Consumo de materia seca (kg)	3.57	0.77

Literatura citada

Gere, J. I., & Gratton, R. (2010). Simple, low-cost flow controllers for time averaged atmospheric sampling and other applications. Latin American applied research, 40(4), 377-381.

Johnson, K., Huyler, M., Westberg, H., Lamb, B., & Zimmerman, P. (1994). Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a sulfur hexafluoride tracer technique. Environmental science & technology, 28(2), 359-362. doi:10.1021/es00051a025.

Arango, J., Ruden, A., Martinez-Baron, D., Loboguerrero, A. M., Berndt, A., Chacón, M., & Chirinda, N. (2020). Ambition meets reality: achieving GHG emission reduction targets in the livestock sector of Latin America. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4, 65. doi:10.3389/fsufs.2020.00065

Loza, C., Cerón-Cucchi, M. E., Cabezas-Garcia, E. H., Ortiz-Chura, A., Gualdrón-Duarte, L., & Gere, J. I. (2024). On the use of the SF6 gas tracer technique in Latin America for measuring methane emissions in ruminants: a review and analysis. New Zealand Journal of Agricultural Research, 1-30. doi.org/10.1080/00288233.2024.2325075

Guimaraes J. R., de Oliveira, A. F., Ferreira, I. C., Pereira, L. G. R., Tomich, T. R., Menezes, G. L. & Lana, Â. M. Q. (2022). Methane emissions and milk yields from zebu cows under integrated systems. Livestock Science, 263, 105038. 10.1016/j.livsci.2022.105038

Loza, C., Reinsch, T., Loges, R., Taube, F., Gere, J. I., Klu, C. & Malisch, C. S. (2021). Methane emission and milk production from jersey cows grazing perennial ryegrass–white clover and multispecies forage mixtures. Agriculture, 11(2), 175. 10.4236/ojas.2021.113031

Civiero, M., Delagarde, R., Berndt, A., Rosseto, J., de Souza, M. N., Schaitz, L. H., & Ribeiro-Filho, H. M. N. (2021). Progressive inclusion of pearl millet herbage as a supplement for dairy cows fed mixed rations: Effects on methane emissions, dry matter intake, and milk production. Journal of Dairy Science, 104(3), 2956-2965. 10.3168/jds.2020-18894

Ortiz-Chura, A., Gere, J., Marcoppido, G., Depetris, G., Cravero, S., Faverín, C. & Cerón-Cucchi, M. E. (2021). Dynamics of the ruminal microbial ecosystem, and inhibition of methanogenesis and propiogenesis in response to nitrate feeding to Holstein calves. Animal Nutrition, 7(4), 1205-1218. doi.org/10.1016/j.aninu.2021.07.005.

DIAGNÓSTICO DE FERTILIDAD Y NUTRICIÓN EN CAFETALES DE LADERA DE TLAXCALANTONGO, PUEBLA

Zayner Edin Rodríguez-Flores[1*]; Cesar San Martin-Hernández[1]; Victorino Morales-Ramos[2]; Victor Hugo Volke-Haller[1]; Juliana Padilla-Cuevas[1]

[1]Postgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

[2]Postgrado Innovación Agroalimentaria Sustentable, Colegio de Postgraduados, Campus Cordoba

* rodriguez.zayner@colpos.mx

Introducción

El café (*Coffea arabica* L.) es un cultivo de importancia económica y social en México, siendo Puebla el tercer productor nacional con reconocimiento por su café de altura en la Sierra Norte (SADER, 2024). Sin embargo, esta región enfrenta un declive productivo asociado a la degradación de la fertilidad del suelo, manejo agronómico deficiente e incidencia de plagas y enfermedades (López-Carmona et al., 2023; Hernández-Castán & Tapia-Hervert, 2023; Ramírez-Valverde et al., 2024). En sistemas de ladera con topografía accidentada, la variabilidad espacial de las propiedades edáficas representa un desafío crítico para optimizar la nutrición y productividad del cultivo (Conway et al., 2018). La pendiente y la posición topográfica controlan procesos de erosión, escorrentía y lixiviación, creando microambientes donde la profundidad del suelo, el pH y la disponibilidad de nutrientes varían drásticamente en distancias cortas (Kumhálová et al., 2011; Ge et al., 2023). Estas condiciones edáficas heterogéneas determinan la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes, cuyas concentraciones foliares reflejan tanto la fertilidad química del suelo como las propiedades físicas que condicionan el acceso radical (Sousa et al., 2018; Bünemann et al., 2018). A pesar de la relevancia de estos factores, existe una carencia de diagnósticos integrales que evalúen simultáneamente la calidad fisicoquímica del suelo y el estado nutrimental del cafeto en zonas de ladera de Puebla. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las propiedades fisicoquímicas del suelo y el estado nutrimental foliar en cafetales del Ejido Tlaxcalantongo, Xicotepec, Puebla, para identificar las limitantes edáfico-nutricionales que determinan el bajo desempeño productivo en esta región representativa de la Sierra Norte.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Ejido Tlaxcalantongo, Xicotepec, Puebla, México (20°18'50.68"N, 97°52'18.40"W), en la región de la Sierra Norte. La zona presenta clima templado subhúmedo con temperatura media de 23°C, precipitación de 2500 mm, topografía accidentada con 80%, y rango altitudinal de 300 a 800 msnm. El sistema de producción corresponde a policultivo agroforestal tradicional donde *Coffea arabica* L. se cultiva bajo dosel diversificado (Moguel & Toledo, 1999). Se seleccionaron 37 parcelas en cinco zonas productoras durante marzo de 2025, aplicando muestreo estratificado en tres posiciones de ladera (alta, media, baja). Para análisis químico de suelo, se recolectaron 20 submuestras por parcela a 20 cm de profundidad, formando muestras compuestas de 1 kg. Se determinaron pH y conductividad eléctrica (relación 1:2), materia orgánica (Walkley-Black), fósforo (Olsen), y bases intercambiables mediante extracción diferenciada para evitar sobreestimación por carbonatos (Castellanos et al., 2000). Para análisis físico, se extrajeron bloques inalterados determinando textura (hidrómetro de Bouyoucos), estabilidad de agregados (tamizado en seco), densidad aparente (terrón parafinado), y relaciones hídricas (olla de presión). El muestreo foliar consistió en recolectar el cuarto par de hojas maduras de nueve plantas por parcela (tres por banda) en ramas productivas del tercio medio, totalizando 48 pares por parcela. Las determinaciones nutrimentales incluyeron nitrógeno (Micro-Kjeldahl), y fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio y micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn) mediante digestión

diácida (HNO_3:$HClO_4$ 2:1) y cuantificación por espectroscópica (Alcántar & Sandoval, 1999; Bremner, 1996).

Resultados y discusión

Las propiedades fisicoquímicas mostraron marcada heterogeneidad espacial. La acidez severa en S. Antonio y L. Cureñas (pH < 4.5) limita disponibilidad de fósforo, calcio y magnesio (Rieuwerts, 2007), mientras que, N. Orleans presentó menor acidificación (pH 5.62). La materia orgánica superó 15% en L. Cureñas y S. Braulio, pero con baja estabilidad estructural (DMP < 3.5 mm), indicando que su acumulación no garantiza agregación en texturas arenosas (Rabot et al., 2018). El estado nutrimental reflejó esta heterogeneidad edáfica. El manganeso exhibió mayor variabilidad (CV=49.5%), oscilando entre 146 ppm (S. Braulio) y 340 ppm (Agua Salada), consistente con efectos del pH (Ge et al., 2023). El nitrógeno foliar mostró alta variabilidad en S. Braulio (CV=54%), sugiriendo manejo desigual. Los resultados confirman que la fertilidad edáfica heterogénea determina patrones diferenciales de suficiencia nutrimental en sistemas de ladera (Conway et al., 2018).

Conclusiones

La acidez extrema del suelo (pH < 4.5), deficiencia de calcio y baja estabilidad estructural constituyen las limitantes edáfico-nutricionales principales en Tlaxcalantongo. La heterogeneidad espacial identificada demanda estrategias de manejo diferenciadas por zona para optimizar la productividad cafetalera.

Literatura citada

Conway, L. S., Yost, M. A., Kitchen, N. R., Sudduth, K. A., & Veum, K. S. (2018). Cropping system, landscape position, and topsoil depth affect soil fertility and nutrient buffering. *Soil Science Society of America Journal*, *82*(2), 382-391. https://doi.org/10.2136/sssaj2017.07.0213

Ge, Y., Zhang, F., Xie, C., Qu, P., Jiang, K., Du, H., Zhao, M., Lu, Y., Wang, B., Shi, X., Li, X., & Zhang, C. (2023). Effects of different altitudes on *Coffea arabica* rhizospheric soil chemical properties and soil microbiota. *Agronomy*, *13*(2), 471. https://doi.org/10.3390/agronomy13020471

Hernández-Castán, J., & Tapia-Hervert, G. (2023). Perception of climate change effects and adaptability practices of the coffee growers from Puebla, México. *Revista Bio Ciencias*, *10*, e1419. https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1419

Rabot, E., Wiesmeier, M., Schlüter, S., & Vogel, H. J. (2018). Soil structure as an indicator of soil functions: A review. *Geoderma*, *314*, 122-137. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.11.009

Rieuwerts, J. S. (2007). The mobility and bioavailability of trace metals in tropical soils: A review. *Chemical Speciation & Bioavailability*, *19*(2), 75-85. https://doi.org/10.3184/095422907X211918

SENSORES ÓPTICOS Y ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES PARA IDENTIFICAR LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN SOYA (Glycine max L.)

Oscar Antonio-Bojórquez[1]; Carlos Patricio Sauceda-Acosta[1*]; Cipriano Fuentes-Verduzco[1]; Raúl H. Sauceda-Acosta[2]; Jorge Luis Flores-Sánchez[2]

[1]Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte-UAS. [2]Campo Experimental Valle del Fuerte – INIFAP. [3]Yara México. Guadalajara, Jalisco

* ing.oscarbojorquez100@gmail.com

Introducción

El contenido de clorofila y el estado nutricional se reflejan en el color foliar, por lo que este puede emplearse para orientar la fertilización nitrogenada en soya (Glycine max L.) (Zhang et al., 2022). El contenido relativo de clorofila puede estimarse mediante sensores ópticos de transmitancia y reflectancia, como SPAD-502® y SPAR, que permiten evaluaciones rápidas y no destructivas (Li et al., 2023). A nivel de cultivo, el análisis de imágenes digitales (AID) permite estimar clorofila y nitrógeno foliar a partir de índices RGB, entre ellos INVER, ExG, ExR y GB, asociados con el estado nutricional (Wang et al., 2021; Hernández-Clemente et al., 2022). El AID es una alternativa precisa y de bajo costo frente a sensores comerciales, aunque su uso en el diagnóstico nutricional de soya bajo condiciones regionales aún es limitado. El objetivo del estudio fue identificar mediante sensores ópticos el color foliar de plantas de soya fertilizadas con nitrógeno.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en condiciones controladas en el norte de Sinaloa. La soya se sembró en macetas con cuatro semillas por unidad experimental, evaluando cinco dosis de nitrógeno (0, 100, 200, 300 y 400 ppm) bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. En etapa vegetativa (V3–V4) se midió el contenido relativo de clorofila con los sensores SPAD-502® y SPAR, tomando tres lecturas por foliolo. Posteriormente, los foliolos se digitalizaron a 300 ppp y se analizaron en el espacio RGB para obtener los índices INVER, ExG, ExR y la relación GB. Los tratamientos se compararon mediante ANDEVA y prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

Las dosis de nitrógeno se diferenciaron claramente con los sensores ópticos. Las lecturas SPAD aumentaron con la fertilización, confirmando su utilidad para el diagnóstico nutricional en soya (Li et al., 2023; Zhang et al., 2022). En el análisis digital, el componente verde se incrementó con mayores dosis de N, mientras que rojo y azul tendieron a disminuir. El índice ExG mostró alta sensibilidad en niveles medios y altos de fertilización, mientras que ExR se asoció con deficiencia nitrogenada (Wang et al., 2021). El INVER reflejó de forma inversa el aumento del verdor foliar, y la relación GB se mantuvo estable con fertilización adecuada, disminuyendo en plantas con bajo N. En conjunto, los índices RGB pueden complementar o sustituir sensores portátiles al evaluar mayor superficie con menor costo y buena precisión (Hernández-Clemente et al., 2022; Yang et al., 2021).

Conclusiones.

El sensor SPAD-502®, junto con el análisis de imágenes digitales (INVER, ExG, ExR y GB), permiten detectar eficazmente la fertilización nitrogenada en soya. El análisis digital de imágenes destaca como una opción económica, confiable y no destructiva para evaluar el estado nutricional del cultivo.

Cuadro 1. Lecturas SPAD-502®, atLEAF®, inver e icvo en soya guayparime S10 con cinco dosis de nitrógeno.

Dosis de N	SPAD		atLEAF		inver		icvo	
400	39.273	a	37.05	a	52.175	a	0.39417	b
300	39.583	a	36.58	a	50.457	a	0.39733	b
200	29.614	b	30.3	b	38.908	b	0.38383	b
100	27.571	b	27.4	b	35.341	b	0.4115	b
0	19.045	c	22.18	c	25.138	c	0.45192	a
Media	31.02		36.35		40.40		0.40775	
CV (%)	11.17		11.06		11.18		7.23	
DHS(Tukey=0.05)	3.29		4.63		5.20		0.03	

Literales distintas por columna indican diferencia estadística; NS, no significativo; CV, coeficiente de variación; DSH, diferencia significativa honesta; INVER= índice de verdor; ICVO= índice de color verde obscuro.

Cuadro 2. Lecturas SPAD-502®, ExR, GB y ExG en soya guayparime S10 con cinco dosis de nitrógeno.

Dosis de N	SPAD		ExR		GB		ExG	
400	39.273	a	-3.387	b	27.639	c	53.268	c
300	39.583	a	-0.42	b	29.763	c	53.637	c
200	29.614	b	1.14	b	42.897	b	68.778	b
100	27.571	b	-0.837	b	48.047	a b	69.125	b
0	19.045	c	19.19	a	52.198	a	76.894	a
Media	31.02		3.137233		40.11		64.34	
CV (%)	11.17		218.32		11.89		10.14	
DHS (Tukey=0.05)	3.29		7.89		5.49		7.51	

Literales distintas por columna indican diferencia estadística; NS, no significativo; CV, coeficiente de variación; DSH, diferencia significativa honesta; ExR= exceso de rojo; GB=verde por azul; ExG= exceso de verde

Literatura citada

Hernández-Clemente, R., North, P. R. J., & Hornero, A. (2022). Evaluation of RGB-based vegetation indices for nitrogen assessment in crop canopies. *Remote Sensing, 14*(6), 1452.

Li, Y., Zhang, M., Qin, D., & Liu, X. (2023). Evaluation of SPAD and spectral indices for nitrogen diagnosis in soybean under different fertilization regimes. *Agronomy, 13*(4), 987.

Wang, H., Zhao, B., Chen, S., & Li, F. (2021). Estimation of crop nitrogen status using RGB vegetation indices derived from digital images. *Computers and Electronics in Agriculture, 189*, 106421.

Yang, Q., Shi, L., Han, J., Zha, Y., & Zhu, P. (2021). Deep learning and RGB image-based estimation of nitrogen content in crop leaves. *Precision Agriculture, 22*, 451–470.

Zhang, Y., Liu, J., Wang, C., & He, L. (2022). Chlorophyll estimation and nitrogen status monitoring in soybean using optical sensors and vegetation indices. *Sensors, 22*(9), 338.

CRECIMIENTO DE *Billbergia pallidiflora* Liebm. EN DIFERENTES CONCENTRACIONES DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA STEINER

Ma. De Jesús Juárez-Hernández; Edna F. Valdez-Hernández; J. Andrés Mérida-Arriaga; Rogelio Castro-Brindis; Claudio Pérez-Mercado

Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

juarezhma@yahoo.com.mx

Introducción

La demanda de las bromelias en mercados urbanos ha crecido exponencialmente gracias a sus atractivas inflorescencias y brácteas coloridas; sin embargo, la mayoría de estas especies, como *Billbergia pallidiflora*, siguen siendo extraídas ilegalmente de los bosques. Con el fin de disminuir esta actividad, en este trabajo se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de la Solución Nutritiva Universal Steiner en el crecimiento de *B. pallidiflora*, con el objetivo de proporcionar bases técnicas para su producción legal. Bajo esta premisa, se planteó como hipótesis que el crecimiento y desarrollo de *B. pallidiflora* estan condicionados directamente por la disponibilidad de nutrientes en el sistema de cultivo. El estudio de diferentes concentraciones en la solución nutritiva Steiner permitirá conocer cuál concentración proporcionará mejor desarrollo vegetativo y calidad visual de la especie, permitiendo establecer un protocolo óptimo para su aprovechamiento comercial.

Materiales y métodos

Material Vegetal y Establecimiento: Se utilizaron plántulas de *B. pallidiflora* obtenidas por micropropagación (Marín-López *et al.,* 2025) con un mes de aclimatación previa. Para asegurar la homogeneidad, se realizó una poda radicular (1 cm) antes del trasplante en macetas de 250 mL de volumen. El sustrato consistió en una mezcla 1:1:1 (v/v) de tezontle, corteza de pino-encino y carbón vegetal (partícula 0.5 cm de diámetro). Diseño Experimental y Tratamientos: Se empleó un diseño completamente al azar con seis tratamientos basados en gradientes de la Solución Nutritiva Steiner: T1 (0%), T2 (100%), T3 (50%), T4 (25%), T5 (12.5%) y T6 (6.25%). Se realizaron tres repeticiones por tratamiento y cada tratamiento tuvo 10 plántulas. Para este caso son 18 unidades experimentales y cada una tuvo 10 plántulas. Durante cinco meses, se aplicaron 50 mL de fertirriego semanal, complementados con un riego de agua pura. Variables evaluadas crecimiento: semanalmente se registraron altura y número de hojas. Al finalizar el ciclo (152 DDE), se seccionó la planta para determinar el peso fresco (total, foliar y radicular), volumen de raíz y área foliar (mediante el software ImageJ®). Fisiología y Nutrición: Se midió el índice SPAD (Minolta® SPAD-502) como estimador de clorofila. Se determinó la concentración de NO3 y K+ en la savia foliar utilizando medidores portátiles Horiba®. Se registró la presencia/ausencia de hijuelos. Análisis Estadístico: los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias (DMS, $\alpha \leq 0.05$) mediante el software SAS® v. 9.0. La variable de hijuelos se analizó de forma descriptiva.

Resultados y discusión

El estudio mostró que la nutrición mineral influye significativamente en el desarrollo de *B. pallidiflora* tras su aclimatación *ex vitro*. Inicialmente, se observó un decremento en la altura y quemaduras apicales, atribuido al estrés post-aclimatación, la inhibición fotosintética por azúcares residuales del cultivo *in vitro* (Langford y Wainwright, 1987) y la poda de raíces para uniformizar la muestra. No hubo diferencias significativas en los primeros 90 días, comportamiento similar al reportado por Roveda *et al.,* (2007) en *Rubus glaucu*s, donde la planta depende inicialmente de sus reservas. A los 152 días después del establecimiento (DDE), el tratamiento T3 (50 % de concentración) destacó como el más robusto, logrando la mayor altura (17.10 cm) y número de hojas (7.80). Esto contrasta con Marca-Huamancha *et al.,* (2018),

quienes no hallaron diferencias en el número foliar *de Ananas comosus*, sugiriendo que en *B. pallidiflora* la nutrición balanceada sí potencia esta variable a largo plazo. Las plantas conservaron un fenotipo juvenil (roseta abierta y textura suave), cambio morfológico asociado al rejuvenecimiento *in vitro* descrito por Pineda *et al.*,(2012). El tratamiento T2 (100 % de concentración) registró la mayor biomasa fresca (8.38 g), destinando el 91.5 % a la parte aérea para fortalecer el aparato fotosintético, estrategia reportada por Jarma *et al.,* (2005). La disminución de nitrógeno y fósforo en tratamientos de menor concentración (T1, T5, T6) limitó la emisión de hijuelos, lo cual coincide con lo observado por Ramos *et al.* (2020) y García-Mendoza *et al.,* (2020), quienes señalan que la carencia de estos elementos inhibe el vigor necesario para brotes laterales. El análisis del extracto celular mostró que el K^+ superó al NO_3 en todos los tratamientos. El índice SPAD confirmó que el T3 (50 % de concentración) igualó el desempeño del T2 (100 % de concentración) en el contenido de clorofila, lo que sugiere una mayor eficiencia económica al reducir el uso de fertilizantes sin afectar la fisiología del cultivo.

Conclusiones

El uso de la solución Steiner al 50 %y 100 % de concentración son aptas para el crecimiento de *B. pallidiflora*. Sin embargo, el abastecimiento de nutrimentos con el menor consumo de fertilizantes es con el 50 % de sales, con esta concentración se tendrá un ahorro económico sin afectar el crecimiento de las plantas, situación que favorece el tratamiento con 50 % de concentración como el mejor.

Literatura citada

García-Mendoza, L. I., Sánchez-Martínez, S., & Bautista-Cruz, A. (2020). Combinación de hongos micorrízicos y fertilización fosforada en el crecimiento de dos agaves silvestres. Terra Latinoamericana, *38*(4), 771-780. https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.702

Jarma, A., Rengifo, T., & Aramendiz-Tatis, H. (2005). Aspectos fisiológicos de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en el Caribe colombiano: I. Efecto de la radiación incidente sobre el área foliar y la distribución de biomasa. Agronomía Colombiana, 23(2), 209-216.

Langford, P. J., & Wainwright, H. (1987). Effects of sucrose concentration on the photosynthetic ability of rose shoots *in vitro*. Annals of Botany, *60*(6), 633-640. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087493

Marca-Huamancha, C., Borjas-Ventura, R., Rebaza-Fernández, D., Bello-Amez, S., & Julca-Otiniano, A. (2018). Efecto de la fertilización mineral y de un fertilizante biológico en piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) en el cultivar MD2 ('Golden'). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, *12*(1), 59-68. https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7901

Marín-López, L., Valdez-Hernández, E. F., & Hernández-Castro, C. G. (2025). Micropropagation of *Billbergia pallidiflora*, a bromeliad with ornamental potential. Revista Temas Agrarios, *30*(1), 99-110. https://doi.org/10.21897/3x75d533

Pineda, A., Vargas, T., Escala, M., & De García, E. (2012). Organogénesis *in vitro* en piña española roja y morfoanatomía foliar de las plantas obtenidas en el proceso. Bioagro, 24(3), 175-186.

Ramos, A. G., Dantas-Junior, E. E., Dantas, T. A. G., Silva, L. S., & Gurgel, M. T. (2020). Growth and quality of pineapple 'Pérola' slips as a function of nitrogen fertilization. Revista Caatinga, *33*(4), 924-933. https://doi.org/10.32404/rean.v9i1.6731

Roveda, G., Cabra, L., Ramírez, M. M., & Peñaranda, A. (2007). Efecto de las micorrizas arbusculares sobre la aclimatación y endurecimiento de microplántulas de mora (*Rubus glaucus*). Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, *8*(1), 28-36. https://doi.org/10.21930/rcta.vol8_num1_art:80

EFECTO BIOESTIMULANTE DE EXTRACTOS DE *Arthrospira máxima* EN EL CULTIVO DE FRESA

Bladimir Pastenes-Gutiérrez; María Guadalupe Peralta-Sánchez; Dulce Jazmín Hernández-Melchor; Jesús Eulises Corona-Sánchez; María de la L. Buendía-Valverde; David Díaz-Avilés
Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo
* ing.bpgutierrez@gmail.com

Introducción

La agricultura, a nivel mundial, enfrenta distintos retos, entre ellos el incrementó en la demanda de alimentos y los impactos negativo sobre el medio ambiente. Estos retos resultan de la intensificación agrícola y la incertidumbre de los efectos del cambio climático. Por lo cual, la agricultura moderna ha sido forzada a analizar y revisar sus estrategias por medio de la integración de prácticas naturales y tecnologías sustentables (Arahou *et al.*, 2023). En este sentido, los bioestimulantes y biofertilizantes naturales pueden coadyuvar a mejorar la producción y calidad de los cultivos de manera sustentable. Un bioestimulante que podría tener efectos positivos en la agricultura es la ciano bacteria *Arthrospira maxima* conocida como spirulina. Ya que ésta, es fuente de polisacáridos, fitohormonas, aminoácidos esenciales y antioxidantes, así como macro y micronutrientes (Shedeed *et al.*, 2022). Estos componentes bioactivos pueden mejorar la producción de los cultivos. Por lo cual, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto bioestimulante de la aplicación foliar de extractos acuosos a base de spirulina (*Arthrospira maxima*) sobre el cultivo de fresa cv. San Andreas en condiciones de invernadero y fertirrigación.

Materiales y métodos

Los extractos acuosos se prepararon a partir de biomasa seca de spirulina de tal manera que los tratamientos consistieron en tres métodos de extracción y dos concentraciones (10 y 40 g L^{-1}). En el primer método de extracción se mezcló spirulina en agua destilada por 24 h (Tratamientos SD1 y SD4). En el segundo método, antes de mezclar con agua destilada por 24 h, la biomasa de spirulina se trituró con molino de balines (TissueLyzer II, Qiagen, Hilden, Alemania) (Tratamientos TL1 y TL4). Finalmente, el tercer método consistió en, mezclar la biomasa de spirulina en agua destilada y enseguida pasar por dos ciclos de congelación y descongelación de 24 h (Tratamientos CD1 y CD4). Después de las extracciones, los extractos se centrifugaron a 2500 rpm por 10 min a 4 °C y se recuperó la fracción líquida a la cual se le agregó Tween 20 a una concentración de 0.5 g L^{-1}, adicionalmente se utilizó un tratamiento testigo (Tratamiento T). Se obtuvieron micrografías de la biomasa seca antes y después de haberla triturado (TissueLyzer II) a través del microscopio electrónico de barrido JEOL JSM-6300 (JEOL USA, Peabody, MA) a una aceleración de voltaje a 10 kV. El experimento se llevó a cabo en condiciones de invernadero en el Colegio de Postgraduados, Estado de México. Como material vegetal se utilizó plantas de fresa a raíz desnuda cv. San Andreas. La unidad experimental consistió en una maceta (bolsa de 30 x 30 cm), con tezontle (1.5 – 0.3 cm de diámetro) como sustrato. La fertirrigación se realizó con solución nutritiva Steiner 50 %. El trasplante se realizó el 16 de marzo del 2025. El diseño experimental fue en parcelas divididas con dos repeticiones por parcela grande, mientras que la parcela chica corresponde a una unidad experimental. La aplicación foliar de los extractos comenzó 156 días después del trasplante (ddt) y posteriormente se realizó cada 15 días. Se contabilizó la producción y el número de frutos durante el periodo de cosecha. Se midieron los °Brix con un refractómetro digital (Aiyundi, China), para esto se usaron 3 a 5 gotas del jugo del fruto después de ser cosechado. La aleatorización y el análisis de varianza se realizó a través del software R.

Resultados y discusión

Las micrografías mostraron que la biomasa seca de spirulina está compuesta por células cilíndricas, las cuales corresponden a los tricomas que conforman el filamento de la cianobacteria.

Es importante mencionar que, en biomasa triturada y no triturada se observaron células con rupturas; lo que sugiere que el proceso de secado podría ser suficiente para generar daño estructural en las células. Esto permitiría que, al entrar en contacto con el agua, sus componentes bioactivos se liberen, sin necesidad de un método extra de ruptura celular. Aunque, la biomasa triturada con el TissueLyzer II mostró mayor ruptura de células, de tal manera que se pierde la forma esférica de las células. Respecto a los datos de rendimiento, número de frutos y °Brix, el análisis de varianza no mostró diferencia significativa entre tratamientos (α=0.05). La ausencia de diferencias significativas en los parámetros que se analizaron puede atribuirse al corto tiempo desde la aplicación de tratamientos hasta la cosecha (30 días). De acuerdo con Žunić *et al.* (2024), el efecto de los bioestimulantes en el cultivo de fresa está estrechamente ligado a procesos fisiológicos de mediano plazo. No obstante, el tratamiento sin disrupción al 1 % (SD1) presentó un rendimiento y un número total de frutos 1.7 y 1.6 veces mayores, respectivamente, en comparación con el de plantas testigo. Cabe mencionar que el resto de los tratamientos alcanzaron mayor producción y número de frutos, en comparación con el testigo, excepto el tratamiento de congelación-descongelación al 4 % (CD4). Con respecto a los ºBrix, los tratamientos con mayores valores promedio fueron los tratamientos de extractos triturados con el TissueLyzer al 1 % (TL1) y el tratamiento de congelación-descongelación al 4 % (CD4), con valores promedio 1.1 y 1.13 veces mayores, respectivamente, en comparación con el valor promedio de las plantas testigo. En la literatura existe poca información sobre los efectos de la spirulina *Arthrospira maxima* y su uso como bioestimulante sobre el cultivo de fresa, sin embargo, Marín-Marín *et al.* (2025) estudiaron el uso de extractos de biomasa seca de spirulina (*Arthrospira maxima*) con sonicación y sin disrupción a concentraciones de 2 % sobre los cultivos de plátano (*Musa acuminata* Colla), berenjena (*Solanum melongena* Mill. Dunal) y frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) donde no se encontraron diferencias significativas con respecto a su producción, de tal manera que coincide con la premisa de que una disrupción extra sobre biomasa seca podría ser innecesaria.

Conclusiones

La spirulina en polvo presenta disrupción celular sin ningún tratamiento adicional. El tratamiento sin disrupción al 1 % presentó mayor producción y número de frutos, sin embargo, estadísticamente no son significativas.

Literatura citada

Arahou, F., Lijassi, I., Wahby, A., Rhazi, L., Arahou, M., & Wahby, I. (2023). Spirulina-based biostimulants for sustainable agriculture: Yield improvement and market trends. *BioEnergy Research, 16*(3), 1401-1416.

Marín-Marín, C. A., Estrada, J. A., Delgado Naranjo, J. M., & Zapata Ocampo, P. A. (2025). Assessing the efficacy of *Arthrospira maxima* biofertilizers and commercial alternatives on cash crop growth. *Agronomy Journal, 117*(1), e21728. doi:https://doi.org/10.1002/agj2.21728

Shedeed, Z. A., Gheda, S., Elsanadily, S., Alharbi, K., & Osman, M. E. H. (2022). *Spirulina platensis* biofertilization for enhancing growth, photosynthetic capacity and yield of *Lupinus luteus*. *Agriculture, 12*(6), 781.

Žunić, V., Hajnal-Jafari, T., Stamenov, D., Djurić, S., Tomić, J., Pešaković, M., ... & Jakopic, J. (2024). Application of microalgae-based biostimulants in sustainable strawberry production. *Journal of Applied Phycology*, *36*(3), 1219-1231.

ACTIVIDAD INHIBIDORA DE LA ENZIMA CONVERTIDORA DE ANGIOTENSINA I EN HIDROLIZADOS PROTEÍNICOS DE CARNE DE CABRITO COMPLEMENTADOS CON SELENIO

Silvia Cinthia Perez-Ramirez[1]*; J. Efrén Ramírez-Bribiesca[1]; David Hernández-Sánchez[1]; Rosy Gabriela Cruz-Monterrosa[2]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. [2]Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Ciencias de los Alimentos. Unidad Lerma

* perez.silvia@colpos.mx

Introducción

La hipertensión es un problema de salud pública y factor importante para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Cerca de 1.4 mil millones de personas padecen esta afección a nivel mundial. La enzima convertidora de angiotensina (ECA) es clave en el sistema renina angiotensina, el cual se encarga de regular la presión arterial en el cuerpo humano y se sabe que inhibidores sintéticos de esta enzima como el captopril, enalapril, entre otros, producen efectos secundarios. Por tal motivo, se ha explorado una forma de inhibir a la ECA naturalmente. Por lo anterior, ha aumentado el interés en los péptidos bioactivos (PB) con propiedad antihipertensiva derivados de proteínas de origen animal. Estos péptidos contienen generalmente de 2 a 20 aminoácidos, están inactivos en la proteína original y se liberan durante la proteólisis enzimática por digestión gastrointestinal e hidrólisis enzimática *in vitro* (Sánchez & Vázquez, 2017). Asimismo, se ha reportado que la carne de cabra tiene alto valor nutricional y la complementación con selenio (Se) eleva la actividad de la glutatión peroxidasa en el músculo mejorando el crecimiento y estado antioxidante de las cabras (Bano et al., 2019). El objetivo fue evaluar la composición nutricional de carne de cabritos complementados con dos fuentes de selenio y medir la actividad inhibidora de la ECA en hidrolizados proteínicos de carne de cabrito con pepsina.

Materiales y métodos

Se utilizaron 45 cabritos de raza Pastoreña con peso promedio de 4.6 ± 1.14 kg y edad promedio de 30 días. Los animales fueron transportados de Oaxaca al Colegio de Postgraduados en óptimas condiciones y se alimentaron exclusivamente con leche de cabra *ad libitum*. Después de un periodo de adaptación de 7 días, los animales fueron distribuidos aleatoriamente en 3 grupos, GC: cabritos sin selenio; GSS: cabritos con Selenito de sodio con dosis de 0.25 mgSe/kg de peso vivo animal; GSM: cabritos con Selenometionina a dosis de 0.3mgSe/kg de peso vivo animal. Los animales fueron sacrificados a 7, 14 y 21 días de iniciar el experimento. Se colectaron muestras de músculo *bíceps femoris*. Se determinó la composición química de la carne mediante los métodos de la AOAC (Horwitz & Latimer, 2005). Se obtuvieron hidrolizados de carne mediante la enzima pepsina. Se determinó la actividad inhibidora de la ECA por el método de Hayakari et al. (1978). Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3 (días de muestreo x tratamientos). Se usó el procedimiento PROD MIXED de SAS 9.0.

Resultados y discusión

Los resultados mostraron que el tratamiento GSM a los 21 días mejoró en 29.7% el contenido de la proteína. Este aumento pudo deberse al efecto hipertrófico del Se en los músculos de la cabra (Samo et al., 2018). La actividad inhibidora de la ECA se incrementó hasta cinco veces más después de 2 horas de hidrólisis con pepsina en todos los tratamientos (Cuadro 1). Este resultado se puede atribuir a los péptidos con residuos de aminoácidos hidrófobos que se unen preferentemente a los sitios catalíticos de la ECA y están contenidos en los hidrolizados (Wu et al., 2017).

Conclusiones

La complementación con Se a cabritos mejora el contenido de proteína en la carne y potencializa la inhibición de la actividad de la ECA en sus hidrolizados. Por tanto, esta carne se puede considerar un alimento funcional que puede prevenir el problema de hipertensión.

Cuadro 1. Porcentaje de inhibición de la ECA (media ± E.E) de los hidrolizados proteínicos de carne de cabrito obtenidos con pepsina.

Tratamiento	Días de muestreo			Promedio
	7	14	21	
Antes de hidrólisis				
Testigo	22.80 ± 1.03a	9.17 ± 0.61bx	16.19 ± 1.26cx	16.05 ± 1.76y
Selenometionina	25.55 ± 0.90	23.36 ± 0.94y	24.18 ± 1.52y	24.37 ± 0.66x
Selenito de sodio	21.37 ± 0. 36a	14.88 ± 1.11bz	19.99 ± 1.89abxy	18.75 ± 1.08y
Promedio	23.24 ± 0.68	15.80 ± 1.82	20.12 ± 1.28	
Después de hidrólisis				
Testigo	90.54 ± 0.03ax	92.84 ± 0.06bx	93.57 ± 0.06cx	92.32 ± 0.40x
Selenometionina	92.40 ± 0.01ay	91.79 ± 0.06by	93.76 ± 0.08cx	92.65 ± 0.25x
Selenito de sodio	91.51 ± 0.08az	92.69 ± 0.06bx	94.38 ± 0.05cy	92.85 ± 0.358x
Promedio	91.48 ± 0.23	92.44 ± 0.14	93.90 ±0.10	

a, b, c Medias con distinta literal en la misma fila indican diferencias entre los días al sacrificio de los cabritos (P≤0.05); x, y, z Medias con distinta literal en la misma columna indican diferencias entre los tratamientos (P≤0.05); Antes de hidrólisis, indica el Tiempo= 0 horas de la reacción de hidrólisis; Después de hidrólisis, indica el Tiempo = 2 horas después del inicio de la reacción de hidrólisis.

Literatura citada

Bano, I., Malhi, M., Khatri, P., Soomro, S. A., Sajjad, H., Leghari, A., Awais, M., Kandhro, S., Lakho, S. A., & Soomro, M. (2019). Effect of dietary selenium yeast supplementation on morphology and antioxidant status in testes of young goat. Pakistan Journal of Zoology, 51(3), 979–988. https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.3.979.988

Hayakari, M., Kondo, Y., & Izumi, H. (1978). A rapid and simple spectrophotometric assay of angiotensin-converting enzyme. Analytical Biochemistry, 84(2), 361–369. https://doi.org/10.1016/0003-2697(78)90053-2

Horwitz, W., & Latimer, G. W. (2005). Official methods of analysis of AOAC International (Vol. 1). AOAC international Gaithersburg.

Samo, S. P., Malhi, M., Gadahi, J., Lei, Y., Kaciwal, A. B., & Soomro, S. A. (2018). Effect of Organic Selenium Supplementation in Diet on Gastrointestinal Tract Performance and Meat Quality of Goat. Pakistan Journal of Zoology, 50(3). https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.3.995.1003

Sánchez, A., & Vázquez, A. (2017). Bioactive peptides: A review. Food Quality and Safety, 1(1), 29–46. https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx006

Wu, J., Liao, W., & Udenigwe, C. C. (2017). Revisiting the mechanisms of ACE inhibitory peptides from food proteins. *Trends in Food Science & Technology*, *69*, 214–219. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.011

ELABORACIÓN DE QUESO PANELA CON PROPIEDADES FUNCIONALES MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE INULINA *Agave Tequilana Weber*

Alejandra Guadalupe Alegría-González*; Arturo Lezama-Gálvez; Luis Manuel De La Cruz-López; Johnny Ascencio-Díaz; Erika Teresa Díaz-Oreján

Universidad Tecnológica de Tehuacán

* a3524110492@alumno.uttehuacan.edu.mx

Introducción

El aumento de trastornos gastrointestinales, los cuales se asocian principalmente a malos hábitos alimenticios, dietas bajas en fibra y un elevado consumo de productos ultraprocesados, ha generado un interés en el desarrollo de alimentos funcionales (Gibson *et al.,* 2017; Slavin, 2013). El queso panela se destaca como un alimento muy aceptado por la población y asociado culturalmente con una opción saludable, debido a su bajo contenido de grasa, su fácil digestión y su frecuente inclusión en la dieta diaria (Fox *et al.,* 2017). A pesar de estas características, el queso panela convencional no posee propiedades funcionales específicas que favorezcan directamente la salud intestinal, lo que representa un área de oportunidad para su innovación y reformulación mediante la incorporación de ingredientes con beneficios fisiológicos comprobados. La incorporación de fibras prebióticas en alimentos de consumo habitual favorece el equilibrio de la microbiota intestinal, mejora la función digestiva y contribuye a la prevención de problemas gastrointestinales (Markowiak & Śliżewska, 2017; Roberfroid *et al.,* 2010). Entre estas fibras, la inulina ha cobrado especial relevancia por su capacidad de estimular selectivamente el crecimiento de bacterias beneficiosas en el colon, así como por sus efectos positivos en la salud metabólica e intestinal (Gibson *et al.,* 2017). El objetivo de este trabajo fue elaborar un queso panela con propiedades funcionales mediante la incorporación de inulina de agave como fibra prebiótica, con la finalidad de ofrecer un alimento innovador que contribuya al bienestar digestivo y que pueda integrarse de manera frecuente en la alimentación diaria.

Materiales y métodos

El queso panela se elaboró mediante el método convencional de coagulación enzimática, incorporando inulina de agave como ingrediente funcional. Se utilizaron 5 L de leche cruda de vaca previamente filtrada. Para evaluar la calidad inicial de la materia prima, se realizaron análisis fisicoquímicos, determinándose la acidez titulable (% ácido láctico) y el pH. La leche se mezcló con 160 g de inulina de agave comercial (Inulina Orgánica de Agave NB Foods®), obtenida de *Agave tequilana* Weber*,* hasta su completa dispersión. La inulina se incorporó antes de la pasteurización para asegurar su distribución homogénea. La mezcla se sometió a pasteurización lenta a 63 °C durante 30 min y se enfrió a 34 ± 1 °C, temperatura a la cual se realizó la coagulación enzimática. A la cuajada se adicionaron sal (0.5 %) y condimentos (ajo y cebolla en polvo, 0.05 %), se homogeneizó a 34 ± 1 °C durante 5 min, se moldeó en canastos y se refrigeró a 4 ± 1 °C durante 12 h. En el producto final se realizaron análisis fisicoquímicos; la humedad se determinó por gravimetría, la grasa por Soxhlet y la fibra se estimó teóricamente considerando los gramos añadidos y la pureza de la inulina. La evaluación microbiológica incluyó coliformes totales en agar VRB y el análisis sensorial se realizó con 50 panelistas no entrenados mediante escala hedónica de nueve puntos. Se aplicó prueba t de Student para muestras pareadas ($\alpha = 0.05$).

Resultados y discusión

El queso panela con inulina presentó un rendimiento de 45.5 %, comparable al de quesos frescos de coagulación enzimática, evidenciando que la fibra no afectó la eficiencia del proceso (Fox et al., 2017). La ausencia de coliformes totales confirmó la inocuidad y la efectividad del tratamiento térmico conforme a los criterios microbiológicos para quesos (Codex Alimentarius Commission, 2011). Los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron dentro del rango característico del queso

panela, indicando una adecuada integración de la inulina en la matriz láctea. El contenido de fibra dietaria aporta valor funcional asociado a efectos prebióticos (Roberfroid, 2010), sin comprometer la aceptabilidad sensorial, en concordancia con reportes de quesos frescos fortificados con fibras prebióticas.

Cuadro 1.- Parámetros fisicoquímicos de calidad del queso panela adicionado con inulina

Análisis fisicoquímicos	Contenido (%)
Humedad	12.6
Grasa	18.78
Fibra	15.13

*Fibra dietaría estimada teóricamente con base en la cantidad de inulina adicionada y su pureza, conforme a los lineamientos del Codex Alimentarius.

Conclusiones

La incorporación de inulina de *Agave tequilana* Weber en la elaboración de queso panela fue tecnológicamente viable, ya que no modificó el rendimiento del proceso (45.5 %) ni las características fisicoquímicas típicas de un queso fresco de coagulación enzimática.

Literatura citada

Codex Alimentarius Commission. (2011). *General principles of food hygiene* (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2011). FAO & WHO.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of cheese science* (2nd ed.). Springer.

Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., et al. (2017). Expert consensus document: The ISAPP consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 14*(8), 491–502.

Markowiak, Paulina, & Śliżewska, Katarzyna. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. Nutrients, 9(9), 1021. https://doi.org/10.3390/nu9091021

Roberfroid, Marcel B., Gibson, G. R., Hoyles, L., McCartney, A. L., Rastall, R., Rowland, I., … Watzl, B. (2010). Prebiotic effects: Metabolic and health benefits. British Journal of Nutrition, 104(S2), S1–S63. https://doi.org/10.1017/S0007114510003363

EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE UNA BEBIDA LÁCTEA CON PREBIÓTICOS

Joshua Tenorio-Hernández*; Odalis Reyes-Pacheco; Aldair Jiménez-Trujillo; Damian López-Jiménez; Anai Huerta-Gutiérrez

Ingeniería en Alimentos. Universidad Tecnológica de Tehuacán.

* a3524110406@alumno.uttehuacan.edu.mx

Introducción

En la industria alimentaria en Mexico hay una escasez de alimentos funcionales prácticos y fáciles de consumir. La formulación de leche saborizada con cajeta constituye un sistema lácteo avanzado que integra propiedades funcionales con estabilidad fisicoquímica. La adición de prebióticos (oligosacáridos y fructanos) fundamenta su valor nutricional al promover la salud digestiva y actuar como sustrato para la microbiota intestinal (Monteiro et al., 2026). Para asegurar la homogeneidad del producto y evitar la sedimentación de los sólidos de la cajeta, se emplea goma xantana, un hidrocoloide cuya capacidad para modificar la viscosidad y mantener la estabilidad fisicoquímica en matrices lácteas complejas resulta determinante para la calidad sensorial y la vida de anaquel (Zhang et al., 2023). Esta sinergia entre ingredientes tradicionales y aditivos tecnológicos en la integración de la cajeta no solo define el perfil organoléptico tradicional, sino que requiere una optimización de la matriz láctea para equilibrar el contenido de azúcares. El objetivo fue evaluar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de leche incorporada con prebióticos.

Materiales y métodos

La bebida láctea se inició a través de un proceso de filtración con la finalidad de eliminar impurezas físicas, seguido se realizó una pasteurización rápida a la leche, manteniendo control de temperatura y tiempo para asegurar la inocuidad del producto. Del volumen total de leche pasteurizada, se separó 1 L destinado a la elaboración de la cajeta. Para ello, se colocaron 0.5 L de leche adicionada con bicarbonato de sodio, vainilla y 0.500 kg de sacarosa. La mezcla se mantuvo en agitación constante y calentamiento controlado hasta alcanzar una reducción aproximada del 50 %, evidenciada por el cambio de color característico debido a reacciones de pardeamiento. Posteriormente, se incorporaron los 0.5 L de leche restante, se continuó la cocción hasta lograr una reducción total cercana al 60 % del volumen inicial y obtener la consistencia típica de la cajeta. Se dejó enfriar hasta una temperatura inferior a 40 °C. Posteriormente, 0.250 L de la cajeta obtenida se mezcló con 1 L de leche pasteurizada, al cual se adicionaron 2% de prebióticos con respecto al volumen de la leche con cajeta. Para obtener una bebida uniforme se agregó 0.1% de estabilizante goma Xantana, finalmente la mezcla se homogeneizó. Los parámetros fisicoquímicos se realizaron conforme a los métodos de prueba indicados en la NOM-155-SCFI-2012 y el análisis para la determinación de coliformes totales se hizo según el método de prueba de la NOM-113-SSA1-1994. Ambos análisis se realizaron por duplicado.

Resultados y discusión

Los análisis fisicoquímicos de la leche que se empleó en la formulación de la bebida muestran que cumplieron las especificaciones indicadas en la NOM-155-SCFI-2012 en lo que respecta al % de acidez, % de grasa y pH. En el análisis de la bebida ya finalizada, las características fisicoquímicas evaluadas como el pH, grados Brix y porcentaje de grasa se mantuvieron dentro de los limites permisibles, los análisis microbiológicos confirmaron la ausencia de coliformes totales, lo que refuerza la inocuidad del proceso. Estos resultados sugieren que la formulación es estable cumpliendo tanto con la calidad con la inocuidad de la bebida láctea.

Conclusiones

La bebida láctea saborizada con cajeta y adicionada con prebióticos, integra de manera equilibrada funcionalidad nutricional, estabilidad fisicoquímica y calidad microbiológica. La adición de fibra prebiótica aporta beneficios a la microbiota intestinal y aumenta el valor agregado. Esta bebida representa una innovación tecnológica en el sector lácteo garantizando estabilidad e inocuidad durante toda su elaboración.

Cuadro 1. Análisis fisicoquímicos de la leche para la formulación de la bebida láctea.
Cuadro 2. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos de la bebida láctea.

pH	7.3±0.14
SST (°Brix)	26±0
% Grasa	2.05%±0.07

Cuadro 3. Análisis microbiológico para la identificación de coliformes totales en la bebida láctea.

Dilución	Serie 1	Serie 2
10^{-1}	No desarrollo coliformes por mL	No desarrollo coliformes por mL
Blanco	No desarrollo coliformes por mL	

Nota: En caso de emplear diluciones y no observar crecimiento, informar utilizando como referencia la dilución más baja utilizada, por ejemplo, dilución 10-1. En caso de no observar crecimiento en la muestra sin diluir se informa: "no desarrollo de coliformes por mL".

Literatura citada

Monteiro, C. R. A. V., Bogea, E. G., Campos, C. D. L., Pereira-Filho, J. L., Almeida, V. S. S., Vale, A. A. M., Azevedo-Santos, A. P. S., & Monteiro-Neto, V. (2026). Prebiotics and gut health: mechanisms, clinical evidence, and future directions. *Nutrients*, 18(3), 72. https://doi.org/10.3390/nu18030372

Zhang Y, Kong Y, Yan Y, Gao F, Ma H, Liu C. (2023). Influence of hydrocolloids and natural emulsifier in the physical stability of UHT oat beverage. *Food Science and Technology International*, 30(8), 764-772. https://doi.org/10.1177/10820132231176875

EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE HELADO DESLACTOSADO CON PREBIÓTICOS AR2 DEL PLÁTANO

Odalis Morales-Herrera; Anai Huerta-Gutiérrez; Aracely Méndez-Gómez; Paola Josseline Gil-Sánchez

Ingeniería en Procesos Bioalimentarios, Universidad Tecnológica de Tehuacán.

* odalismh29@gmail.com

Introducción

La industria alimentaria enfrenta el desafío de desarrollar alimentos procesados que respondan a las tendencias actuales de consumo, particularmente aquellos dirigidos a poblaciones con intolerancia a la lactosa. Esta condición limita el consumo de productos lácteos tradicionales y ha impulsado el desarrollo de alternativas que mantengan una adecuada calidad nutricional y sensorial (Narmadha & Antony, 2025). En este contexto, los alimentos funcionales representan una oportunidad para la innovación dentro de la ciencia y tecnología Agroalimentaria. Los prebióticos, como los almidones resistentes, han demostrado efectos benéficos sobre la salud digestiva, además de aportar ventajas tecnológicas en la formulación de alimentos procesados, tales como mejora en la textura y estabilidad del producto (Olayo-Contreras et al., 2021). El almidón resistente tipo 2 (AR2) presente en el plátano, constituye una fuente de interés alimentario por su funcionalidad y potencial de aprovechamiento. El objetivo fue analizar la formulación de un helado deslactosado con AR2 de plátano, evaluando sus características fisicoquímicas y microbiológicas para contribuir al desarrollo de alimentos innovadores dentro del sector alimentario.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló bajo condiciones de laboratorio y en escala piloto, se elaboró un helado innovador utilizando almidón resistente tipo 2 (AR2) proveniente del plátano como ingrediente prebiótico. Se trabajó con una formulación base compuesta por leche, crema para batir, pulpa de plátano escaldado a 90 °C por 3 min, almidón resistente de plátano el cual se adquirió con el proveedor Maia Orgánicos, sacarosa, carboximetilcelulosa (CMC), lactasa y fresa congelada. El proceso de elaboración incluyó las etapas de selección y acondicionamiento del plátano, pasteurización, formulación de la mezcla, homogeneización, cristalización, envasado y almacenamiento. El diseño consistió en la evaluación de la materia prima y la formulación del helado deslactosado con AR2 y se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Resultados y discusión

La formulación F3 fue seleccionada como la más estable y tecnológicamente viable tras la comparación de las tres formulaciones propuestas. En el Cuadro 1 se muestra la evaluación fisicoquímica evaluada en la leche pasteurizada que se utilizó en la elaboración del helado deslactosado, confirma su idoneidad en el producto. Los parámetros evaluados se encontraron dentro de los rangos establecidos por la NOM-155-SCFI-2012 y la NOM-243-SSA1-2010, lo que evidencia que la leche empleada presentó calidad adecuada para su procesamiento agroalimentario y la elaboración de derivados lácteos. El helado deslactosado presenta que el contenido de grasa resultó acorde con lo esperado para productos formulados con crema y leche deslactosada, favoreciendo la textura, cremosidad y estabilidad del producto. Este nivel de grasa contribuyó a una adecuada formación de la matriz estructural, mejorando la incorporación de aire y la resistencia al derretimiento. El bajo contenido de proteína es consistente con la formulación propuesta, orientada al desarrollo de un alimento innovador enriquecido con almidón resistente, más que a un producto de alto aporte proteico. Asimismo, el contenido reducido de azúcares confirma una formulación alineada con tendencias actuales de productos más saludables. El

análisis microbiológico demostró que el helado cumple con los límites establecidos por la NOM-036-SSA1-1993, garantizando su inocuidad y seguridad para el consumo.

Conclusiones

La formulación permitió obtener un producto tecnológicamente estable, la combinación de ingredientes seleccionados favoreció una textura homogénea y una adecuada estructura del helado deslactosado con AR2 de plátano, cumpliendo con el objetivo de desarrollar un alimento innovador dentro del sector alimentario. El análisis fisicoquímico evidenció un perfil nutricional caracterizado por un contenido moderado de grasa, bajo aporte de proteína y una reducción en el contenido de azúcares. Estos resultados confirman que la incorporación de prebióticos AR2 no altera negativamente la composición nutricional del helado.

Cuadro 1. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la leche pasteurizada y del helado deslactosado.

Muestra	Análisis	Media ± D.E.
Leche pasteurizada	Densidad (g/ml)	1.027±0
	Grasa butírica (g/L)	30.7±0.07
	Solidos no grasos (g/L)	90.5±0.62
	Punto crioscópico (°C)	-0.6±0
	Acidez (g/L)	1.6±0.14
Helado deslactosado	Grasa (g/100g)	15±0.28
	Proteína (g/100g)	0.5±0.11
	Azúcares (g/100g)	3.6±0
	Coliformes totales (UFC/g)	<10

Literatura citada

Narmadha S., & Antony, J. (2025). Development and characterization of lactose-free hibiscus and strawberry coconut milk ice cream as a functional food. *Journal of Current Research in Food Science,* 6. https://www.doi.org/10.22271/foodsci.2025.v6.i1b.193

Olayo-Contreras, V. M., Alemán-Castillo, S. J., Rodríguez-Castillejos, G., & Castillo-Ruiz, O. (2021). Almidón resistente como prebiótico y sus beneficios en el organismo humano. TIP. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 24, e406. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.406

EVALUACIÓN DE ANTOCIANINAS EN EL ATOLE AGRIO PREPARADO CON MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.)

Veronica Virginia Tepixtle-Colohua[1*]; Alma Leticia Saucedo-Yáñez[2]; Benito Reyes-Trejo[1]
[1]Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. [2]LANISAF, Universidad Autónoma Chapingo. [4]SECIHTI,
* veronicatepixtle8@gmail.com

Introducción

El maíz morado (*Zea mays* L.) de Ixtenco, Tlaxcala, destaca por sus propiedades antioxidantes atribuidas a compuestos fenólicos, especialmente antocianinas, responsables de su coloración y potencial nutracéutico (Mendoza-Mendoza et al., 2017; Salinas-Moreno et al., 2021). Estas razas nativas constituyen un recurso biocultural de alto valor agroalimentario, al integrar diversidad genética, conocimiento tradicional y atributos funcionales de interés para la salud. En este contexto, el atole agrio de Ixtenco preparado con maíz morado representa una bebida tradicional de gran relevancia cultural para la comunidad otomí, cuya elaboración mediante fermentación y cocción puede modificar la estabilidad de los compuestos bioactivos. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la composición proximal y evaluar el potencial nutracéutico del maíz morado y del atole agrio tradicional, a fin de determinar el efecto del procesamiento artesanal sobre su perfil bioactivo.

Materiales y métodos

Se obtuvieron ocho muestras de maíz morado (*Zea mays* L.) raza Cónico, provenientes de Ixtenco, Tlaxcala. La composición proximal (humedad, grasa, proteína, fibra, cenizas, almidón y carbohidratos totales) se determinó mediante espectroscopía de infrarrojo cercano con transformada de Fourier (FT-NIR) (Bruker MPA I Multi-Purpose). Las antocianinas del maíz morado se extrajeron según la metodología de Yang et al. (2009), con modificaciones menores. Las diluciones finales fueron preparadas en proporción de 1:100 para olote, 1:25 para grano, 1:50 para pericarpio y 1:15 para atole, utilizando etanol acidificado (pH 1) como disolvente. Para la cuantificación, se construyeron cuatro curvas de calibración utilizando estándares analíticos de cloruro de cianidina-3-glucósido, cloruro de pelargonidina-3-glucósido, cloruro de peonidina-3-glucósido y cloruro de malvidina-3-glucósido. Las mediciones se realizaron por triplicado mediante un espectrofotómetro modular (Thermo Fisher Scientific Inc. EE.UU). Los resultados obtenidos se expresaron como mg de antocianinas totales por g de base seca (mg·AT g^{-1} bs). Se realizó un análisis estadístico ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados y discusión

El análisis proximal del grano de maíz morado mostró contenidos de humedad entre 10.19 y 15.89%, proteína de 7.42 a 10.28%, carbohidratos de 65.38 a 71.59% y grasa de 3.7 a 5.4% (Cuadro 1), valores consistentes con lo reportado para maíces criollos pigmentados. En cuanto a los compuestos bioactivos, el olote presentó la mayor concentración de antocianinas totales (125.74 ± 3.17 mg·g^{-1}), seguido del pericarpio (50.86 ± 4.01 mg·g^{-1}), mientras que el grano registró niveles intermedios (3.65 ± 0.37 mg·g^{-1}). El atole agrio evidenció una reducción de hasta 68.4% en el contenido de antocianinas respecto al grano crudo, conservando aproximadamente 31.6% (1.15 ± 0.03 mg·g^{-1}) (Figura 1) de los pigmentos originales tras el procesamiento tradicional.

Cuadro 1. Características nutricionales del grano de maíz morado nativo de Ixtenco Tlaxcala.

Genotipo	Humedad	Cenizas	Grasas	Proteínas	Carbohidratos	Fibra
G1	10.2 ± 0.10^{d}	1.7 ± 0.01^{a}	5.4 ± 0.02^{a}	9.1 ± 0.06^{c}	70.3 ± 0.27^{bc}	3.1 ± 0.03^{a}
G2	15.9 ± 0.08^{a}	1.4 ± 0.03^{f}	4.8 ± 0.03^{b}	7.4 ± 0.01^{f}	67.7 ± 0.18^{d}	2.8 ± 0.02^{ab}
G3	14.6 ± 0.26^{b}	1.7 ± 0.02^{ab}	4.8 ± 0.10^{b}	10.2 ± 0.05^{a}	65.5 ± 0.11^{e}	2.9 ± 0.01^{ab}
G4	15.8 ± 0.11^{a}	1.6 ± 0.03^{bc}	4.5 ± 0.08^{cd}	9.7 ± 0.11^{b}	65.3 ± 0.12^{e}	2.7 ± 0.12^{b}
G5	12.4 ± 0.04^{c}	1.5 ± 0.02^{cd}	4.3 ± 0.05^{d}	8.1 ± 0.04^{e}	71.4 ± 0.06^{a}	2.1 ± 0.01^{d}
G6	12.3 ± 0.13^{c}	1.5 ± 0.09^{cd}	4.4 ± 0.15^{d}	8.5 ± 0.12^{d}	70.6 ± 0.37^{b}	2.5 ± 0.19^{c}
G7	14.3 ± 0.10^{b}	1.4 ± 0.01^{ef}	3.7 ± 0.10^{e}	8.3 ± 0.13^{d}	69.8 ± 0.07^{c}	2.2 ± 0.08^{cd}
G8	12.3 ± 0.12^{c}	1.5 ± 0.02^{de}	4.7 ± 0.09^{bc}	7.4 ± 0.04^{f}	71.5 ± 0.16^{a}	2.3 ± 0.04^{cd}

Media ± desviación estándar. Las letras diferentes entre columnas indican una diferencia estadísticamente significativa (p≤ 0.05). parámetros obtenidos en porcentajes (%).

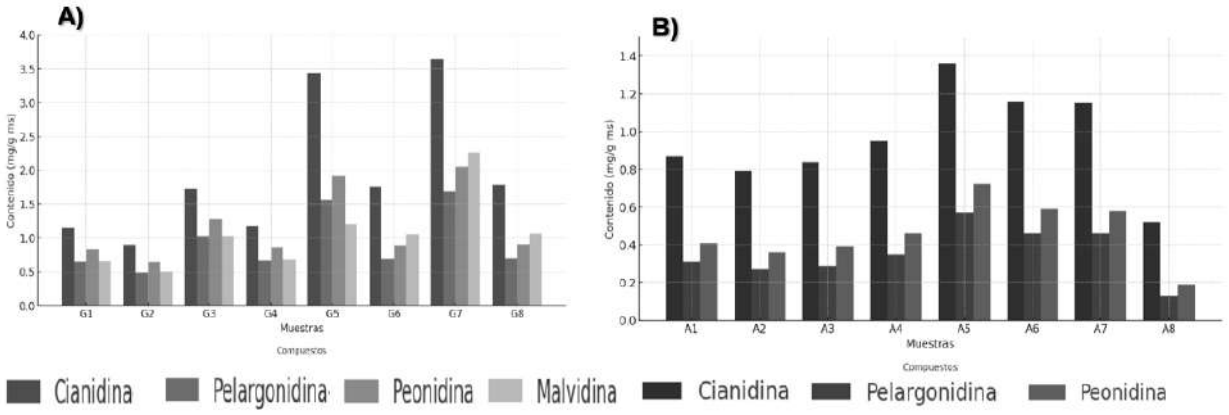


Figura 1. Contenido de antocianinas totales en; A) en grano y B) atole agrio preparado con maíz morado (*Zea mays* L)

Conclusiones

El maíz morado de Ixtenco presentó un perfil nutricional comparable al de variedades criollas tradicionales y una alta concentración de antocianinas; aunque el procesamiento redujo 68.4% de estos compuestos, el atole agrio conservó una fracción significativa con potencial funcional.

Literatura citada

Mendoza-Mendoza, C. G., del Carmen Mendoza-Castillo, M., Delgado-Alvarado, A., Castillo-González, F., Kato-Yamakake, T. Á., & Cruz-Izquierdo, S. (2017). Antocianinas totales y parámetros de color en líneas de maíz morado. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(4), 471-479. https://doi.org/10.35196/rfm.2017.4.471-479

Salinas-Moreno, Y., Esquivel-Esquivel, G., Ramírez-Díaz, J. L., Alemán-de la Torre, I., Bautista-Ramírez, E., y Santillán-Fernández, A. (2021). Selección de germoplasma de maíz morado (*Zea mays* L.) con potencial para extracción de pigmentos. *Revista Fitotecnia Mexicana,* 44(3), 309–321. https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/44-3/2a.pdf

Yang, Z., Chen, Z., Yuan, S., Zhai, W., Piao, X., y Piao, X. (2009). Extraction and identification of anthocyanin from purple corn (*Zea mays* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 44(12), 2485–2492. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02045.x

MANEJO DE FRUTAS EN POSTCOSECHA CON ENVASE INTELIGENTE

Salvador Valle-Guadarrama[1]*; Luciano López-Gómez[1]; Erich von Borries-Medrano[2]; Diana Guerra-Ramírez[1,3]; Guillermina Hernández-Rodríguez[1,3]; Patricia Landa-Salgado[1]
[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. [2]Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional. [3]Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.
* svalleg@chapingo.mx

Introducción

El manejo postcosecha de productos hortofrutícolas está fuertemente relacionado con el uso de envases. Un envase cumple funciones de conservación, comunicación, conveniencia y contención. En el contexto de las dos primeras están los envases activos y los envases inteligentes. Los envases activos se enfocan a mejorar la calidad y la seguridad de los alimentos. Algunas funciones activas son absorción de oxígeno, CO_2 y etileno. En tanto, un envase inteligente brinda información sobre la calidad del producto y los cambios ambientales dentro del empaque en tiempo real (Kuswandi et al., 2022). Por su relación con la respiración, el monitoreo de cambios en producción de CO_2 es importante para diagnosticar la actividad metabólica de frutas y vegetales en envases o en estibas. En productos cárnicos se ha probado el uso de indicadores ácido-base como agentes cromóforos dependientes de pH para el monitoreo del cambio de frescura, considerando la variación de CO_2 en el espacio de cabeza del producto (Karaca et al., 2023). Por ello, se hipotetizó que ese tipo de materiales pueden usarse como indicadores del comportamiento metabólico de frutas y vegetales en postcosecha. En tal contexto, el objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de un sensor cromóforo biopolimérico dependiente de pH, basado en el uso indicadores ácido-base, para el monitoreo de la operación de un sistema de envase de frutas en postcosecha.

Materiales y métodos

Se desarrolló un sensor biopolimérico a base de carboximetilcelulosa, glicerol e indicadores ácido-base (rojo de metilo [RM], azul de bromotimol [AB] y azul de timol [AT]) capaz de presentar cambios cromáticos de rojo a verde en un intervalo de pH de 4.2 a 9.6, con aplicación potencial en el monitoreo de CO_2. El estudio comprendió cuatro fases experimentales. En la Fase 1 se preparó una solución madre de indicadores (0.1% p/v) y se evaluó su respuesta colorimétrica en soluciones acuosas ajustadas a pH entre 4 y 9. Se midió ángulo de tono (H*) mediante colorimetría y transmitancia a 615 nm por espectrofotometría, estableciendo correlaciones entre pH y color. En la Fase 2 se evaluó la sensibilidad al CO_2 en sistemas cerrados. Se inyectaron distintas alícuotas de CO_2 (0–1.0 mL) en tubos con la solución indicadora ajustada a pH 9.0, se agitó y se determinó la transmitancia a 615 nm. Con los datos se construyó una curva estándar para cuantificar CO_2 en función de la señal óptica. En la Fase 3 se elaboraron biopelículas (1% carboximetilcelulosa [CMC] y 0.6% glicerol [GL]) incorporando la mezcla indicadora. Tras el secado, se obtuvieron probetas que se expusieron a ambiente con 11.0% de CO_2, registrando cambios de color cada 15 min durante 135 min, mediante colorimetría CIE-Lab. En la Fase 4 se evaluó su desempeño en envases con aguacate ‘Hass’ almacenados a 25 °C, monitoreando simultáneamente la concentración de CO_2 y el cambio de color. Los datos se analizaron mediante regresiones lineales y modelos no lineales con enfoque cinético.

Resultados y discusión

Las soluciones (SI) de indicadores RM-AB-AT mostraron tonalidad dependiente del pH (Cuadro 1), lo que confirmó que este parámetro puede estimarse de manera adecuada por medio del ángulo de matiz (H*) de la solución.

Las soluciones resultaron sensibles al contacto con CO_2 gaseoso y la adición de cantidades cada vez mayores de CO_2 en tubos cerrados causó incremento en su transmitancia (T), en forma congruente con un modelo exponencial (Ecuación 1), donde n_C es cantidad de CO_2 (µmol).

$$n_C = 1.1936 + 0.0485 \exp(0.0652\, T) \quad (1)$$

Cuadro 1. Ángulo de tono (H*) y apariencia (Ap) de la solución de indicadores en función de pH.

pH	4	5	6	7	8	9
H*	25.00	43.50	78.20	94.20	112.60	136.20
Ap						

La colocación de probetas de películas preparadas con CMC-GL-SI en el interior de tubos cerrados y su exposición a CO_2 gaseoso en concentración de 11.0% causó cambio logarítmico progresivo en el color (ΔE) de estos materiales, que fue de 10.81 a los 15 min y de 33.02 al cumplirse los 135 min de seguimiento. Esto se acompañó con disminución logarítmica de H*, desde 136.52 hasta 103.67°, con apariencia de verde oscuro a verde amarillento, respectivamente. Con base en el comportamiento logarítmico, se requirió de 4 h para alcanzar un equilibrio de 99% en el cambio de la tonalidad. La exposición de las películas a distintas concentraciones de CO_2 (x_{CO_2},%), en el rango de 0 a 40% durante 4 h, mostró el ajuste de la tonalidad a la Ecuación (2), con resultados congruentes con los presentados en el Cuadro 1.

$$H^* = 143.07 - 66.46\,(1 - \exp(-0.2082\, x_{CO_2})) \quad H^*[=]grados;\, x_{CO_2}[=]\% \quad (2)$$

Finalmente, las películas permitieron el seguimiento de cambios de concentración de CO_2 (x_{CO_2},%) en el espacio de cabeza de frutos de aguacate, con comportamiento descrito a través de cambio de color ($H^*, grados$), en función del tiempo (t, min), con las Ecuaciones (3) y (4).

$$H^* = 129.79 - 60.67\,(1 - \exp(-0.9374\, t)) \quad (3)$$

$$x_{CO_2} = 0.0003 + 24.96\,(1 - \exp(-04196\, t)) \quad (4)$$

Conclusiones

Se desarrolló un sensor biopolimérico con potencial para monitorear concentración gaseosa, específicamente CO_2, en el espacio de cabeza de frutos de aguacate ‘Hass’ en postcosecha.

Literatura citada

Karaca, I. M., Haskaraca, G., Ayhan, Z., & Gültekin, E. (2023). Development of real time-pH sensitive intelligent indicators for monitoring chicken breast freshness/spoilage using real packaging practices. *Food Research International*, *173*, 113261.

Kuswandi, B. (2022). Toward smarter food packaging. In A. K. Shukla (ed.), Food Packaging: The Smarter Way (Pp. 11-29). Springer.

IMPACTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE JUGO DE GRANADA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE UNA CERVEZA IPA

Patricia López-Perea[1]*; José Luis Escobar-Álvarez[2]; Mauro Refugio Zamora-Díaz[2]; Amaury Ábrego-García[1]

[1]Campo Experimental Bajío, INIFAP. [2]Campo Experimental Valle de México, INIFAP

* lopez.patricia@inifap.gob.mx

Introducción

En los últimos años, el mercado de cervezas artesanales ha experimentado un crecimiento notable impulsado por la demanda de productos innovadores, como las cervezas afrutadas o infusionadas con frutas, que incorporan sabores únicos, aromas intensos y potenciales beneficios funcionales derivados de compuestos bioactivos. La granada (*Punica granatum* L.) es un fruto reconocido por su alto contenido en antioxidantes, principalmente polifenoles, los cuales exhiben propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, cardioprotectoras y anticancerígenas (Eghbali et al., 2021). El jugo de granada no solo aporta color rojo intenso y un equilibrio agridulce característico, sino que también puede enriquecer el perfil nutracéutico de productos fermentados. La incorporación de jugo de granada en la elaboración de cerveza representa una oportunidad para desarrollar bebidas innovadoras que combinen el placer sensorial de una Pale Ale con atributos funcionales saludables, respondiendo a las tendencias de consumo consciente y valor agregado en la industria cervecera artesanal. Sin embargo, la concentración óptima del jugo es clave para mantener la calidad fisicoquímica (pH, color, viscosidad, alcohol) y lograr una alta aceptabilidad sensorial, sin alterar negativamente el equilibrio fermentativo ni los parámetros de calidad estándar (ASBC, 2004). El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la concentración óptima de jugo de granada en la elaboración de una cerveza afrutada tipo IPA, evaluando su impacto en parámetros de calidad fisicoquímica.

Materiales y métodos

Se utilizó Malta Pale Ale (Avangard®), Malta Múnich (Weyermann®), Caramel 20L (Briess®), Lúpulo 4.5-7% A.A. (Cascade®), Lúpulo 10-14% A.A. (Galena®), Levadura safale S-04 (Fermentis®) y jugo de granada roja (*Punica granatum* L.). Se realizó la formulación de acuerdo con una cerveza estilo IPA. Las maltas fueron molidas y colocadas en maceración en una relación 1:4 malta-agua. La maceración se realizó a 65°C por 60 min. Posteriormente, se dejó el mosto, el líquido se trasvaso a otro recipiente para cocción a 80 °C durante 60 minutos. En esta etapa, a los 20 min se adicionó el lúpulo Cascade y a los 40 min el lúpulo Galena. Este mosto se dejó enfriar a 35 °C para poder inocular con la levadura para realizar la primera fermentación por 7 días a 25 °C. El jugo de granada fue obtenido por compresión manual de los arilos y pasteurizado a 63 °C por 15 minutos. Éste fue enfriado antes de su uso. Al término de la primera fermentación se adicionó el jugo de granada teniendo un control (0 ml de jugo) y cuatro tratamientos con adición de jugo en concentraciones de 200, 260, 280 y 350 mL por litro de producto final. El fermentador se cerró y después de dos semanas se iniciaron los análisis fisicoquímicos de gravedad específica, contenido de alcohol, pH, viscosidad, cenizas, acidez total y ácido láctico, empleando Métodos de Análisis de la American Society of Brewing Chemists (ASBC, 2004). Se realizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones, los resultados obtenidos fueron analizados por medio de ANOVA de una vía. Para encontrar diferencias estadísticas significativas se empleó una comparación de medias por medio de la prueba de Tukey con una $p \leq 0.05$, usando el software JMP.

Resultados y discusión

Dos Santos et al. (2022), reportan que las cervezas típicamente tienen una gravedad final entre 1.015 y 1.005. Todos los valores que se obtuvieron en este análisis se encuentran por debajo del parámetro descrito (Cuadro 1). En tal sentido, las cervezas obtenidas aún con la adición de jugo de granada están dentro de los parámetros previamente reportados. El contenido de alcohol se vio favorecido por la adición del jugo de granada, sin embargo, el contenido de fructosa presente y la acidez del jugo inhiben a la levadura. La adición de jugo no tuvo efecto en el contenido de cenizas. El pH disminuyó en la cerveza por la adición del jugo de granada. No se observó efecto del jugo sobre la viscosidad final de la cerveza, pero sí sobre la acidez total y la presencia de ácido láctico. Sin embargo, los valores de cada parámetro se encuentran dentro de los reportados previamente para cerveza afrutada

Cuadro 1. Caracterización fisicoquímica de la cerveza IPA a diferentes concentraciones de jugo de granada.

Parámetro	Control	M 200	M 260	M 280	M 350
GS (g/mL)	1.00±0.00a	1.01±0.00a	1.00±0.00a	1.00±0.00a	1.01±0.00a
Alcohol (%)	6.8±0.10c	6.9±0.12c	7.8±0.20a	7.5±0.10b	7.6±0.15ab
Ceniza (%)	0.56±0.00a	0.38±0.03a	0.58±0.68a	0.37±0.03a	0.35±0.02a
pH	3.74±0.02a	3.57±0.03b	3.51±0.04b	3.49±0.08b	3.43±0.11c
Viscosidad (cP)	1.46±0.00a	1.43±0.06a	1.53±0.17a	1.47±0.07a	1.47±0.05a
Acidez total (%)	1.52 ±0.00b	3.32±0.19a	3.24±0.00a	3.05±0.19a	3.27±0.14a
Ácido láctico (%)	0.14±0.00b	0.30±0.02a	0.30±0.00a	0.27±0.02a	0.30±0.01a

GS= gravedad específica, Media ± Desviación estándar. *Letra diferente dentro de la misma fila indica diferencias estadísticas significativas p≤0.05.

Conclusiones

La adición de jugo de granada sobre la base de una cerveza IPA tiene impacto sobre las características fisicoquímicas, incrementando el contenido de alcohol y acidificando el producto final. La concentración que se establece para futuros trabajos en cervezas afrutadas con jugo de granada es 260 mL por litro de producto.

Literatura citada

ASBC. (2024). Methods of analysis (14th ed.). American Society of Brewing Chemists.

Dos Santos, Diego Rafael Nunes, Carla Azevedo Bilac, Thiago Muratori Barbosa, and Daniela Castilho Orsi. 2022. “Physicochemical Characterization of Craft Beers Produced With Passion Fruit (Passiflora Edulis Sims)”. Journal of Experimental Agriculture International 44 (2):16-23. https://doi.org/10.9734/jeai/2022/v44i230794.

Eghbali, S., et al. (2021). Therapeutic effects of Punica granatum (pomegranate): An updated review of clinical trials. Journal of Nutrition and Metabolism, 2021, Article 5297162. https://doi.org/10.1155/2021/5297162

COMPOSICIÓN PROXIMAL Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE *Hericium erinaceus* COMO INGREDIENTE FUNCIONAL EN ALIMENTOS

Ana Bethsi Hernández-Rivera[1]*; Landy Hernández-Rodríguez[1]; Monzerrat Rosas-Espejel[2]; Rosy Gabriela Cruz-Monterrosa[2]; Diana Itzel López-Monterrubio[1].

[1]Universidad Autónoma Chapingo.[2]Universidad Autónoma Metropolitana. Lerma,

* al24520134@chapingo.mx

Introducción

Los hongos comestibles son valorados por sus propiedades funcionales y compuestos bioactivos con actividades antioxidantes y terapéuticas (Fernández et al., 2019). *Hericium erinaceus* sobresale por su uso tradicional en la medicina asiática y por su destacado perfil nutricional, ya que es fuente de proteínas, fibra dietaria, vitaminas del complejo B y minerales esenciales como potasio y zinc; además, se ha evidenciado su capacidad antioxidante (Bonilla et al., 2023). Por ello, el presente estudio tiene como propósito realizar la caracterización química proximal y determinar la actividad antioxidante de la harina obtenida a partir de *Hericium erinaceus* mediante ensayos DPPH• y ABTS•$^{+}$, además de evaluar su potencial como ingrediente funcional, proporcionando una base científica que justifique su incorporación en matrices alimentarias con el fin de mejorar su valor nutricional y promover beneficios a la salud, subrayando su nicho en el mercado de hongos comestibles y medicinales.

Materiales y métodos

El hongo *Hericium erinaceus* se adquirió en el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, y se almacenó a 4 °C en recipiente hermético. Los cuerpos fructíferos se fragmentaron (1–3 cm) y se secaron a 50 ± 1 °C durante 14 h en un horno de aire caliente hasta alcanzar aproximadamente 10 % de humedad. El material seco se molió, tamizó (250 µm) y se conservó protegido de la luz en refrigeración hasta su análisis. A la harina obtenida se le determinó la composición química proximal y propiedades fisicoquímicas mediante métodos estandarizados: humedad, proteína, grasa y cenizas por procedimientos AOAC (1996); carbohidratos y proteína soluble por métodos descritos en la literatura; así como ß-glucanos, propiedades funcionales (poder de hinchamiento, capacidad de unión de grasa y propiedades emulsificantes) y actividad antioxidante mediante ensayos DPPH• y ABTS•$^{+}$. El color se evaluó mediante los parámetros L*, a* y b* utilizando un colorímetro (CR400, Konica Minolta, Japón). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como media ± desviación estándar. Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el software MINITAB versión 22.4.0

Resultados y discusión

Las diferencias en la composición química proximal de *Hericium erinaceus* entre la base húmeda (HEBH) y la base seca (HEBS), se atribuyen a las condiciones de secado. Se ha reportado que el secado de *H. erinaceus* a temperaturas superiores a 55 °C afecta negativamente la conservación de sus propiedades funcionales. En este contexto, Gąsecka et al. (2019) demostraron que el secado a 70 °C resulta menos eficaz para preservar los compuestos bioactivos del hongo.

Diversos estudios han documentado que *Hericium erinaceus* se caracteriza por un elevado contenido de β-glucanos, los cuales se asocian con propiedades tecnofuncionales y antioxidantes relevantes. Se ha reportado que estos compuestos contribuyen al poder de hinchamiento, a la capacidad de unión de grasa y a la actividad emulsificante del hongo, atributos clave para su aplicación en matrices alimentarias (Bonilla et al., 2023). En concordancia con lo anterior, el hongo presentó un alto contenido de β-glucanos (81.02 %), poder de hinchamiento de 5.92 g g^{-1} y una

capacidad de unión de grasa de 3.18 %, junto con una elevada actividad emulsificante (84.13 %) y estabilidad de la emulsión (56.55 %). En cuanto a la actividad antioxidante, se observó una alta inhibición de los radicales ABTS•$^{+}$ (81.09 %) y DPPH• (85.14 %), lo que evidencia su potencial funcional.

Cuadro 1. Contenido químico proximal de *Hericium erinaceus*.

Parámetro (%)	HEBH	HES
Humedad	5.19 ± 0.05	9.79 ± 0.03
Cenizas	4.75 ± 0.03	5.48 ± 0.05
Proteína cruda	14.70 ± 0.04	14.84 ± 0.07
Extracto etéreo	2.99 ± 0.02	3.07 ± 0.44
Fibra cruda	19.72 ± 0.51	17.15 ± 0.01
*Carbohidratos	52.65± 0.43	49.67 ± 0.46

*Los carbohidratos fueron calculados por la diferencia de la suma de los componentes -100. Los valores correspondientes a media ± desviación estándar. *Hericium erinaceus* base húmeda (HEBH), *Hericium erinaceus* base seca (HEBS).

Conclusiones

La harina de *Hericium erinaceus* presenta una composición proximal rica en nutrientes que la posiciona como candidata para la incorporación y el desarrollo de alimentos innovadores y funcionales, además de un alto contenido de β-glucanos, propiedades tecnofuncionales relevantes y una elevada actividad antioxidante en ambos ensayos (DPPH• y ABTS•$^{+}$).

Literatura citada

AOAC International. (1996). Official Methods of Analysis of AOAC International (P. Cunniff, Ed.; 16.ª ed.). Association of Official Analytical Chemists.

Bonilla-Luna, D., Elías-Ramírez, M., & Juárez-Zamora, A. (2023). Melena de León (Hericium erinaceus): El guardián neuroprotector. RD-ICUAP, 9(27), 55–67. https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2023.27.1180

Fernández P. (2019). Lignocellulosic and proximate based compositional changes in substrates during cultivation of Hericium erinaceus mushroom. Scientia Horticulturae, 258, 108779. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108779

Gąsecka, M., Siwulski, M., Magdziak, Z., Budzyńska, S., Stuper-Szablewska, K., Niedzielski, P., & Mleczek, M. (2019). The effect of drying temperature on bioactive compounds and antioxidant activity of Leccinum scabrum (Bull.) Gray and Hericium erinaceus (Bull.) Pers. Journal Of Food Science And Technology, 57(2), 513-525. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04081-1

DIFERENCIAS PROXIMALES ENTRE HARINA DE CHAPULÍN NINFAL Y ADULTA

Luisa Candelario-Aguirre[1]; Rosa Isela Castillo-Zamudio[1]; Adán Cabal-Prieto[2]; Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera[3]

[1]Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. [2]Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. [3]Tecnológico Nacional de México Campus Zongolica

* candelario.luisa@colpos.mx

Introducción

El uso de insectos comestibles como fuente alternativa de proteína ha cobrado relevancia en el desarrollo de ingredientes agroalimentarios sostenibles. Diversos estudios han señalado que la composición nutricional de los insectos varía en función de la especie, dieta y etapa biológica, lo que influye en su potencial aplicación tecnológica y valor nutricional (Rumpold & Schlüter, 2013; Oonincx & Finke, 2021). En particular, las diferencias entre estados ninfales y adultos pueden reflejar cambios fisiológicos asociados al crecimiento, acumulación de reservas energéticas y maduración estructural. No obstante, existe limitada información comparativa específica para *Sphenarium purpurascens* en sus distintas etapas de desarrollo. El objetivo del presente estudio fue comparar la composición proximal de harina de chapulín en estado ninfal y adulto, en base seca.

Materiales y métodos

Se recolectaron ejemplares de chapulín (*Sphenarium purpurascens*) en estado ninfal y adulto. Las muestras se deshidrataron, molieron y homogenizaron para la obtención de harina. El análisis proximal se realizó por triplicado (n = 3) determinándose humedad, proteína cruda (Kjeldahl), grasa cruda (Soxhlet), cenizas (incineración en mufla), fibra cruda y carbohidratos por diferencia.

Se evaluó la normalidad mediante prueba de Shapiro–Wilk. Dependiendo del supuesto estadístico, se aplicó prueba t de Welch o prueba de Wilcoxon. Los valores p se ajustaron mediante el método de Benjamini–Hochberg (α = 0.05). Se estimó el tamaño de efecto mediante Hedges g.

Resultados y discusión

La etapa biológica influyó significativamente en proteína, grasa, cenizas y carbohidratos (p ajustado < 0.05), observándose tamaños de efecto grandes. La harina adulta presentó mayor contenido de proteína cruda (73.52 ± 2.22%) y cenizas (10.32 ± 1.26%) en comparación con la harina ninfal (51.84 ± 2.85% y 2.55 ± 0.06%, respectivamente). En contraste, la harina ninfal mostró mayor contenido de grasa cruda (20.84 ± 0.42%) y carbohidratos (11.55 ± 2.68%) respecto a la adulta (8.21 ± 0.19% y 2.58 ± 0.38%)(Cuadro 1**).** No se detectaron diferencias significativas en humedad ni fibra cruda **(**Figura 1**)**. Estos resultados concuerdan con lo reportado en la literatura respecto a la variabilidad composicional de los insectos según su fase de desarrollo, donde los estados juveniles pueden presentar mayor proporción lipídica asociada a reservas energéticas, mientras que en etapas adultas se incrementa la fracción proteica estructural (Rumpold & Schlüter, 2013; Oonincx & Finke, 2021). Las diferencias observadas en cenizas sugieren variación en el contenido mineral entre etapas, lo que puede impactar su valor nutricional.

Cuadro 1. Composición proximal (media ± DE, n = 3) de harina de chapulín en estado adulto (HCA) y ninfal (HCNf), expresada en base seca.

Componente	n_HCA	n_HCNf	Media ± de_HCA	Media ± de_HCNf
Humedad	3	3	2.18 ± 0.09	5.99 ± 0.15
Cenizas	3	3	10.32 ± 1.26	2.55 ± 0.06
Grasa cruda	3	3	8.21 ± 0.19	20.84 ± 0.42
Proteína cruda	3	3	73.52 ± 2.22	51.84 ± 2.85
Fibra cruda	3	3	6.79 ± 0.22	7.22 ± 0.24
Carbohidratos	3	3	2.58 ± 0.38	11.55 ± 2.68

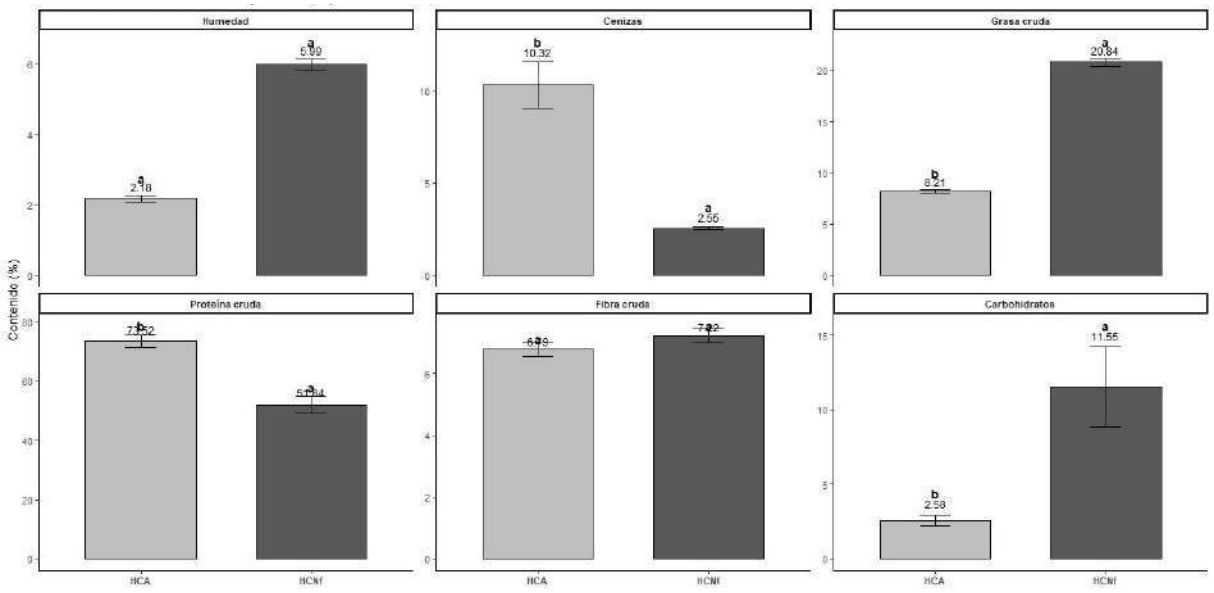


Figura 1. Comparación de la composición proximal (media ± DE, n = 3) entre harina de chapulín adulta (HCA) y ninfal (HCNf) en base seca. Letras diferentes indican diferencia significativa (p ajustado BH < 0.05).

Conclusiones

La harina de chapulín adulta presentó mayor contenido proteico y mineral, mientras que la harina ninfal mostró mayor proporción de lípidos y carbohidratos. La etapa biológica constituye un factor determinante en la composición proximal del ingrediente en base seca.

Literatura citada

Oonincx, D. G. A. B., & Finke, M. D. (2021). Nutritional value of insects and ways to manipulate their composition. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5), 639–659. https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0050

Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823. https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735

ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE COLOR EN ENCAPSULADOS DE CEDRÓN (*Aloysia citrodora*) Y BUGAMBILIA (*Bougainvillea*)

Teresita de Jesús Ariza-Ortega[1]; Nallely Rosalba Román-Cortés[1]; Fernando Olvera-Márquez[1*]
[1]Universidad Politécnica del Valle de México.
* fernando.olvera.marquez@upvm.edu.mx

Introducción

La *Bougainvillea* (bugambilia) y *Aloysia citrodora* (cedrón) constituyen especies vegetales de interés etnofarmacológico debido a la presencia de metabolitos secundarios con potencial bioactivo, en diversos estudios fitoquímicos se han identificado en bugambilia (*Bougainville*) compuestos fenólicos, flavonoides, betalaínas y mucílagos, asociados con actividad antioxidante y antiinflamatoria. Se ha demostrado que los extractos acuosos, etanólicos, metanólicos, hexánicos, y más, tienen efectos positivos como expectorantes, antitusivos, antibacterianos, antifúngicos, y más beneficios que respaldan el conocimiento ancestral y uso en diversos padecimientos (Gupta & Tandon, 2015). Por su parte, el cedrón (*Aloysia citrodora*) presenta un perfil fitoquímico caracterizado por aceites esenciales ricos en citral (geranial y neral), limoneno y otros compuestos, a los cuales se les han atribuido efectos benéficos sobre el sistema digestivo y el sistema nervioso central (Guzmán & Rojas, 2019). En la formulación de sistemas de liberación controlada, los materiales de encapsulación cumplen la función de aislar y estabilizar compuestos bioactivos frente a factores ambientales como oxidación, luz, temperatura y pH. Entre ellos, el alginato de sodio destaca por su biocompatibilidad, carácter no tóxico y capacidad de gelificación iónica en presencia de cationes divalentes, formando matrices de hidrogel estructuralmente estables; estas propiedades permiten la inmovilización eficiente de extractos vegetales ricos en metabolitos fenólicos y volátiles (Mora-Palma et al., 2021). Es así como, el objetivo de este trabajo fue encapsular en alginato de sodio extractos de flor de bugambilia (*Bougainville*), y hojas de cedrón (*Aloysia citrodora*) como estrategia tecnológica para proteger los compuestos bioactivos, minimizando su degradación y favoreciendo su liberación gradual.

Materiales y métodos

Las muestras vegetales utilizadas en este trabajo fueron hojas de cedrón (*Aloysia citrodora*) y flores de bugambilia morada (*Bougainville*), las cuales se recolectaron en una zona habitacional de Coacalco, Estado de México; este material vegetal se dejó secar al sol y a temperatura ambiente por dos semanas para posteriormente triturarlo y conservarlo en bolsas de cierre hermético perfectamente etiquetadas. Los extractos estudiados para ambas especies vegetales fueron: metanólico (50%), etanólico (70%) y acuoso; en todos los casos se pesaron 5 g de muestra y se mantuvieron en 20 mL del disolvente por 24 h. Finalmente, se filtraron las muestras y se conservaron en refrigeración para las pruebas posteriores. Para la esferificación se preparó una solución de alginato de sodio al 1% en agua destilada, y por separado una solución de cloruro de calcio al 2%. El procedimiento empleado fue bajo el fundamento de la gelación iónica, el cual consistió en mezclar la solución de $(C_6H_7O_6Na)_n$ con el extracto vegetal y gotear esta solución en $CaCl_2$ en agitación para la formación de las cápsulas. Para evaluar la liberación o cambio de color de las esferas, 5 g de esferas de cada muestra fueron sometidas a tratamiento con 25 mL de NaOH 0.1 M, HCl 0.1 M o agua destilada como control, manteniendo la agitación constante durante 60 min. Durante el proceso, se realizaron observaciones en diferentes intervalos de tiempo de 15 min, 30 min y 1 hora para analizar los cambios de color con apoyo de un colorímetro de mano. Los resultados se analizaron de acuerdo con las ecuaciones del sistema CIELab, obteniendo como parámetro de cambio ΔE (Reyes-Carballo et al., 2023).

Resultados y discusión

De acuerdo con los resultados, la diferencia global de color se mantuvo relativamente estable en las muestras control, lo que permitió estudiar los cambios en presencia de un medio ácido o alcalino a lo largo del tiempo. Tal como se presenta en el Cuadro 1, los encapsulados sometidos a un tratamiento alcalino presentaron menor liberación de color, lo que sugiere que en condiciones básicas se favorece la conservación de los pigmentos y de ciertos compuestos fitoquímicos asociados. A valores de pH elevados, la matriz polimérica del alginato mantiene una conformación más estable y compacta, reduciendo la difusión de los compuestos solubles hacia el medio circundante (Mora-Palma, et al, 2021). En contraste, las muestras tratadas con ácido mostraron una pérdida de color más pronunciada. Este fenómeno probablemente se debe a que el alginato pierde estabilidad estructural en condiciones ácidas, ya que la protonación de los grupos carboxilato favorece la ruptura parcial de la red polimérica (Mora-Palma, et al, 2021). Como consecuencia, aumenta la permeabilidad de la matriz y se facilita la migración de pigmentos y metabolitos secundarios hacia la solución.

Cuadro 1. Diferencia global de color de los tratamientos aplicados a las cápsulas.

Muestra	Extracción en	Tratamiento aplicado	
		HCl	NaOH
Cedrón	Agua	15.07 ± 0.21	21.92 ± 0.36
	Metanol	13.17 ± 0.51	9.13 ± 0.15
	Etanol	9.65 ± 1.95	30.12 ± 0.19
Bugambilia	Agua	11.50 ± 0.18	4.12 ± 0.17
	Metanol	33.22 ± 2.16	56.04 ± 4.05
	Etanol	30.94 ± 0.13	47.73 ± 1.07

En el cuadro se presentan los resultados comparados contra el ∆E del control ácido 4.08 y del control alcalino 6.60, determinada con colorímetro, de n=3.

Conclusiones

Las soluciones con tratamiento alcalino (NaOH) tuvieron menor liberación de color, lo cual indica que bajo estas condiciones tanto los pigmentos como algunos otros compuestos fitoquímicos pueden ser conservados. Caso contrario, en las muestras con tratamiento ácido (HCl) la pérdida de coloración fue más evidente, y esto puede deberse a que la estructura química del alginato pierde su estabilidad en valores de pH bajos. Los resultados indican que el pH del medio es un factor determinante en la retención de pigmentos y en la integridad estructural del alginato.

Literatura citada

Gupta, R., & Tandon, V. R. (2015). Phytochemical and pharmacological evaluation of *Bougainvillea* species. *Journal of Medicinal Plants Research, 9*(12): 409-415.

Guzmán, E., & Rojas, J. (2019). Propiedades antioxidantes de extractos de *Aloysia citrodora* (cedrón). *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 48(3): 567–575.

Mora-Palma R. M., Feregrino-Pérez A. A., Contreras-Padilla M. (2021). Recubrimientos comestibles para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 5(4): 4605-4625.

Reyes-Carballo L., Corro-Vázquez M. A., Hernández-Martínez I., López-Hernández V., Melchor-Hernández V. (2023). Análisis colorimétricos de galletas utilizando el Sistema Internacional CIELAB. *Revista Multidisciplinaria de Ciencia, Innovación y Desarrollo*, 2(1): 27-31.

SUPERVIVENCIA GASTROINTESTINAL DE PROBIÓTICOS IMPREGNADOS EN FRESAS MEDIANTE GRADIENTES DE PRESIÓN

Rosa Luz Rodríguez-Vázquez[1]*; Carlos Villaseñor-Perea[1]; Enrique Duran-Paramo[2]; Olaf Valencia-Islas[1]; Diana López-Monterrubio[3]; Ángel Garduño-García[1]

[1]Posgrado de Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua. Universidad Autónoma Chapingo.
[2]Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, UPIBI, Instituto Politécnico Nacional.
[3]Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

* rosaluzrv@hotmail.com

Introducción

La creciente preocupación de los consumidores por la salud ha generado un incremento en el mercado de alimentos funcionales. En 2023, se registró un consumo de 329,7 mil millones de dólares, y se proyecta un crecimiento con una tasa compuesta anual (CAGR) del 8,6 % desde 2024 hasta 2030, en donde los productos con prebióticos y probióticos representan el segmento de mayor crecimiento (Grand View Research, s/f). Para cubrir esta demanda, se propone el uso de la impregnación mediante gradientes de presión que permiten facilitar y acelerar la incorporación de diversos componentes a una matriz vegetal (Durán-Castañeda et al., 2024). Las fresas han mostrado ser una matriz viable para este tipo de aplicaciones, debido a su estructura porosa, su alto contenido de vitamina C y compuestos fenólicos (Kuchi & Sharavani, 2019). Los alimentos funcionales con probióticos y prebióticos tienen el potencial de mejorar la salud gastrointestinal en general, como contribuir al equilibrio del microbiota intestinal, mejorar la absorción de nutrientes y reducir el riesgo de enfermedades (Afzaal et al., 2019; Naissinger da Silva et al., 2021). Para lograr estos beneficios, se debe llegar entre 10^6 y 10^7 UFC/g de probióticos viables en el intestino (Naissinger da Silva et al., 2021). El objetivo de este trabajo fue evaluar la sobrevivencia gastrointestinal in vitro de probióticos impregnados en fresas, empleando el proceso de impregnación por gradientes de presión y una solución con prebióticos.

Materiales y métodos

Se emplearon fresas (*Fragaria* × *ananassa*) con una madurez comercial (°Brix = 8.5%). Las frutas fueron lavadas y desinfectadas con plata coloidal. Se emplearon frutos enteros sin daños físicos, ni contaminación microbiológica. La solución de impregnación fue elaborada con inulina al 15% (prebiótico) y ácido cítrico al 1% (Sigma-Aldrich, USA) en agua destilada estéril. La cepa *Lactobacillus casei subspecie casei* ATCC 1922, obtenida del Cepario del Laboratorio de Bioprocesos del Instituto Politécnico Nacional, se adicionó con una concentración de a 10^{10} UFC/mL. Las condiciones de operación fueron: presión de vacío 30 kPa durante 15 min; sobrepresión 7 psi durante 10 min; tiempo de relajación 10 min a presión atmosférica. Se mantuvo la relación de fruta-solución de impregnación 1:4 y el proceso se llevó a cabo a temperatura ambiente. Las muestras impregnadas fueron almacenadas a 4 °C, tomando muestra y análisis de viabilidad y simulación SGI en los días 0, 1, 3, 5 y 7. La simulación gastro intestinal *in vitro* se diseñó con base a los métodos reportados por (Minekus et al., (2014) y Naissinger da Silva et al., (2021). El procedimiento incluyo una fase gástrica (pH-2; 90 minutos) con pepsina (0.3%) y mucina (0.4%), seguida de una fase intestinal (pH 6.8; 150 min) con pancreatina (0.1%), mucina (0.4%) y sales biliares (0.3%). Durante todo el proceso se mantuvo una temperatura de 37 °C y agitación orbital de 50 rpm. La relación de muestra (células libres y células en matriz vegetal) y fluido digestivo fue de 1:6. Se determinó la viabilidad por medio de conteo en placa, usando el medio sólidos MRS. Se realizaron diluciones seriadas e incubación a 37°C durante 48 horas.

Resultados y discusión

La impregnación por gradientes de presión permitió la incorporación de probióticos y prebióticos en la matriz vegetal. Las fresas impregnadas presentaron concentraciones iniciales cercanas a 10^8 UFC/g y una fracción de sólidos disueltos impregnados de 0.03 ± 0.0012. Estos valores son adecuados para alimentos funcionales que contienen probióticos (Naissinger da Silva et al., 2021). Tras la simulación gastrointestinal *in vitro*, las células contenidas en la matriz vegetal presentaron una mayor sobrevivencia en comparación con las células libres, obteniéndose una viabilidad de 3.11% y 0.008% respectivamente. Estos datos son coherentes con lo reportado en la literatura, donde se observa que los probióticos que han sido inmovilizados o contenidos en diversas matrices (alginato de sodio o matriz vegetal) tienen una protección frente a las condiciones gastrointestinales (enzimas y pH) (Afzaal et al., 2019; Naissinger da Silva et al., 2021). En lo que respecta a la supervivencia de los probióticos contenidos en la matriz vegetal en condiciones de almacenamiento en anaquel, se tiene una supervivencia del 39% al séptimo día, lo cual representa una cantidad de 9.8x 10^7 UFC/g. La sobrevivencia del probiótico se atribuye al efecto combinado de la matriz vegetal y la presencia de inulina que actúan como barrera física.

Conclusiones

El proceso de impregnación permitió la retención de las células probióticas y prebióticas dentro de la matriz porosa de la fresa, lo cual generó un efecto de protección ante las condiciones gastro intestinales simuladas *in vitro.*

Literatura citada

Afzaal, M., Khan, A. U., Saeed, F., Ahmed, A., Ahmad, M. H., Maan, A. A., Tufail, T., Anjum, F. M., & Hussain, S. (2019). Functional exploration of free and encapsulated probiotic bacteria in yogurt and simulated gastrointestinal conditions. *Food Science and Nutrition*, *7*(12), 3931–3940. https://doi.org/10.1002/fsn3.1254

Durán-Castañeda, A. C., González-Moya, S., Sánchez-Burgos, J. A., Sáyago-Ayerdi, S. G., & Zamora-Gasga, V. M. (2024). Applications of vacuum impregnation as a technology to incorporate functional components in vegetal matrices. En *Food Chemistry Advances* (Vol. 4). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100579

Grand View Research, Inc. (s/f). *Global Functional Foods Market Size & Outlook, 2023-2030*. https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/functional-foods-market-size/global.

Kuchi, V., & Sharavani, S. (2019). Fruit physiology and postharvest management of strawberry, in: Strawberry - Pre- and Post-Harvest Management Techniques for Higher Fruit Quality. *IntechOpen*. https://doi.org/doi.org/10.5772/intechopen.84205.

Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carrière, F., Boutrou, R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., … Brodkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. *Food and Function*, *5*(6), 1113–1124. https://doi.org/10.1039/c3fo60702j

Naissinger da Silva, M., Tagliapietra, B. L., Flores, V. do A., & Pereira dos Santos Richards, N. S. (2021). In vitro test to evaluate survival in the gastrointestinal tract of commercial probiotics. *Current Research in Food Science*, *4*, 320–325. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.04.006

IDENTIFICACIÓN DE ACETOGENINAS POR RMN-^{1}H EN SEMILLAS DE *Annona diversifolia* Saff

Ricardo Hernández-González[1,2]*; Ulises Murrieta-Dionicio[2]; Holber Zuleta-Prada[2]; Benito Reyes-Trejo[2]; Eloísa Vidal-Lezama[3]

[1]Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Universidad Autónoma Chapingo. [2]Laboratorio de Productos Naturales. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. [3]Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

* richargonsalez100@gmail.com

Introducción

En México la familia de las anonáceas está representada por 14 géneros y 62 especies. Estudios realizados por Andrés-Agustín (2011) mencionan la existencia de 14 especies exclusivas de Mesoamérica. *Annona diversifolia* Saff es un árbol nativo de México conocido popularmente con los nombres de “ilama” o “papauce”, y cuyos frutos son utilizados como alimento (Valdés et al., 2020). A partir de las semillas de *A. diversifolia* Saff., se han aislado compuestos bioactivos como las acetogeninas laherradurina y cherimolina-2, de las que se demostró actividad antiproliferativa *in vitro* contra células HeLa y SW-480 (Schlie-Guzmán et al., 2009). El aislamiento de compuestos puros resulta de gran importancia para su aplicación en estudios farmacológicos que puedan estar orientados al desarrollo de nuevas alternativas terapéuticas. En este contexto, la identificación y posterior purificación de acetogeninas presentes en las semillas de *A. diversifolia* Saff., resulta relevante a fin de poder establecer relaciones de estructura-actividad. Así mismo, el estudio de acetogeninas contribuye al aprovechamiento de residuos agroalimentarios de especies nativas con potenciales biotecnológicos y farmacéuticos.

Materiales y métodos

Material vegetal. Los frutos de *A. diversifolia* Saff., fueron adquiridos en Tejupilco, Estado de México, en octubre de 2025. Las semillas fueron removidas del fruto y fueron secadas a temperatura ambiente por una semana. Posteriormente, el endospermo se separó del endocarpio coriáceo con ayuda de unas pinzas mecánicas. Los endospermos fueron triturados en un procesador de alimentos. Obtención de extractos. El material triturado se llevó a extracción por maceraciones sucesivas utilizando hexano y metanol en proporciones 1:1 (p/v) por tres días y tres ciclos de extracción. Los extractos hexánico (EHex) y metanólico (EM) se almacenaron y etiquetaron. Detección y fraccionamiento de acetogeninas. Los extractos se analizaron por cromatografía en capa fina (CCF) utilizando como método de revelado reactivo de Kedde (Al Kazman et al., 2023). El EM se llevó a una extracción sólido-líquido con acetato de etilo. La fracción soluble en acetato de etilo del EM (FsAE-EM) se filtró y evaporó a presión reducida. Una muestra de 15 g de FsAE-EM se sometió a un fraccionamiento por cromatografía en columna con gel de sílice 60 (malla de 0.063-0.2 mm, Macherey-Nagel, Düren, Alemania). Como fase móvil se usaron gradientes de CH_2Cl_2-MeOH (100:0, 97:3, 95:5). Las fracciones obtenidas se monitorearon con CCF. Análisis por RMN.:Las fracciones positivas al revelado con el reactivo de Kedde y un estándar de anonacina (acetogenina) (Cayman Chemical, Ann Arbor, MI, E.U.A.) fueron analizadas en un espectrómetro Agilent 400-MR DD2 (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, E.U.A). Se adquirieron espectros de RMN-^{1}H en $CDCl_3$ (SigmaAldrich, St. Louis, MO, E.U.A.) a 298 K.

Resultados y discusión

Las fracciones C1-F3, C1-F4-6 y C1-F7 resultaron positivas a la reacción con el reactivo de Kedde. En la Figura 1 se muestra una comparación de espectros de RMN-^{1}H de un estándar de anonacina donde se indican los desplazamientos característicos para una acetogenina pura. En

contraste, los espectros para C1-F3, F4-6 y F7 muestran dos desplazamientos en la región de las 7.0 a 7.2 ppm atribuibles a protones vinílicos de γ-lactona α,β insaturada. Esta zona sugiere la coexistencia de al menos dos acetogeninas en dichas fracciones.

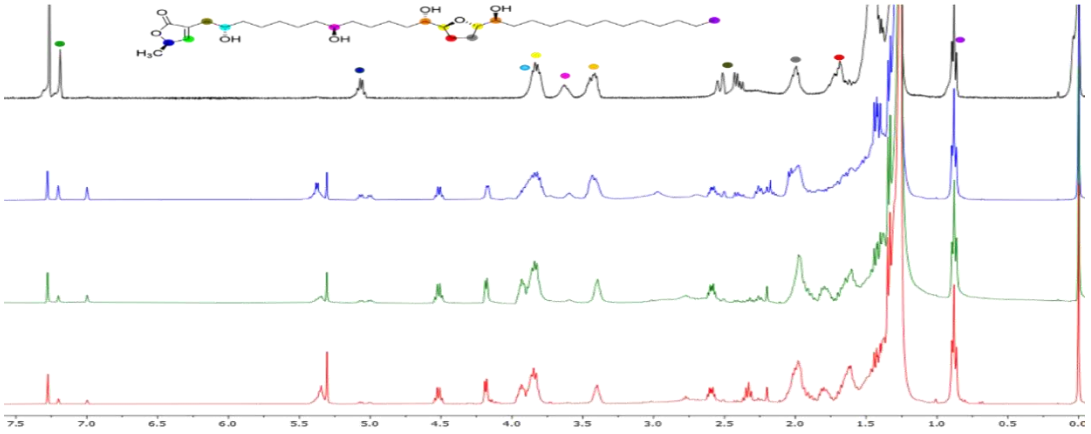


Figura 1. Apilamiento de espectros de RMN-^{1}H de las fracciones C1-F3 (color rojo), C1-F4-6 (color verde) y C1-F7 (color azul) obtenidas de las semillas de *A. diversifolia* Saff., vs anonacina (color negro) en $CDCl_3$ a 400 MHz.

Conclusiones

Se identificaron tres fracciones enriquecidas en acetogeninas a partir de la fracción soluble de acetato de etilo del extracto metanólico obtenido de semillas de *A. diversifolia* Saff.

Literatura citada

Al Kazman, B. S., Harnett, J. E., & Hanrahan, J. R. (2023). Identification of Annonaceous acetogenins and alkaloids from the leaves, pulp, and seeds of *Annona atemoya*. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(3), 2294.

Andrés-Agustín, J. (2011). Diversidad de géneros y especies de Annonaceae en México. *Anonáceas. Plantas antiguas, estudios recientes,* 79-91.

Schlie-Guzmán, M.A., García-Carrancá, A., González-Esquinca, A.R. (2009). In vitro and in vivo antiproliferative activity of laherradurin and cherimolin-2 of Annona diversifolia Saff. *Phytother. Res*. 23, 1128–1133.

Valdés, M., Calzada, F., Mendieta-Wejebe, J. E., Merlín-Lucas, V., Velázquez, C., & Barbosa, E. (2020). Antihyperglycemic effects of *Annona diversifolia* Safford and its acyclic terpenoids: α-glucosidase and selective sglt1 inhibitiors. *Molecules*, *25*(15), 17. doi:10.3390/molecules25153361.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN CODIGESTIONES DE CERDAZA: SARGAZO CON NANOPARTÍCULAS AÑADIDAS.

Benjamín Cazarez-Velasco[1]*; Areli Millán-Pedroza[2]; Guadalupe Stefanny Aguilar-Moreno[3]; Teodoro Espinosa-Solares[2]

[1]Universidad Politécnica de Texcoco. [2]Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo. [3]SECIHTI.

* 254010014@maestria.uptex.edu.mx

Introducción

El sargazo es una macroalga marina parda del género *Sargassum* del tipo holopelágico, la cual en los últimos años ha llegado en mayor medida a las costas del Caribe mexicano (SEMARNAT, 2018). Por su parte, el aumento en la producción de cerdo en los estados de la Península de Yucatán ha traído consigo diversos problemas medioambientales, debido al incremento en los residuos fecales que genera su producción (Medina-Carrillo et al., 2021). Por ello, es necesario buscar alternativas para el uso eficiente de dichos residuos. Una de las alternativas señaladas por diversos autores es la adición de nanomateriales metálicos para eficientizar la producción de biogás y metano (Aguilar-Moreno et al., 2020b). Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes codigestiones de cerdaza: sargazo (C:S) con y sin la adición de nanopartículas de magnetita sobre la producción de biogás a nivel de microcosmos.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de bioprocesos del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, en la Universidad Autónoma Chapingo. El sargazo (S) se recolectó en Playa Tortugas ubicada en Cancún, Quintana Roo, y la cerdaza (C) se obtuvo de la granja experimental Chapingo. Los microcosmos se establecieron por triplicado en frascos serológicos de 310 mL con un volumen de trabajo de 250 mL y se mantuvieron a 37±1 °C por 90 días. Los tratamientos correspondieron a diferentes proporciones de C:S (100C:0S, 65C:35S, 50C:50S, 35C:65S y 0C:100S) y la adición o no de nanopartículas (CN y SN, respectivamente). Las nanopartículas de magnetita se sintetizaron de acuerdo con la metodología descrita por Aguilar-Moreno et al. (2020a). Diariamente se midió la producción de biogás mediante la técnica de desplazamiento volumétrico, con una solución de cloruro de sodio al 10 % ajustada a un pH de 3. Adicionalmente, se calculó el biogás acumulado y se empleó como indicador indirecto de la adaptación de los microorganismos en la degradación de los sustratos.

Resultados y discusión

El tratamiento con mayor rendimiento en la producción de biogás fue 100C:0S con nanopartículas (CN) (Figura 1). Para el caso de las codigestiones, el mejor tratamiento fue 65C:35S (CN). El tratamiento que obtuvo una mayor sinergia fue de 35C:65S (CN), con un aumento de 17.45 % en comparación al testigo. En comparación con otros autores, principalmente con el trabajo realizado por Rivera et al. (2022), reportan una mayor eficiencia utilizando una codigestión de sargazo con cerdaza en proporción 50:50. Por otra parte, Hassanpourmoghadam et al. (2023) reportan duraciones de la fase de adaptación de 21.2 días sobre lodos de aguas residuales usando nanopartículas a una concentración de 120 $mg \cdot L^{-1}$, mientras que con nanopartículas a una concentración de 250 $mg \cdot L^{-1}$ tuvo una fase lag de 1.5 días. El tratamiento 0C:100S sin nanopartículas (SN) tuvo una menor fase de adaptación con 0.61 días, y entre las codigestiones el tratamiento 35C:65S (SN) tuvo una fase de adaptación de 4.13 días.

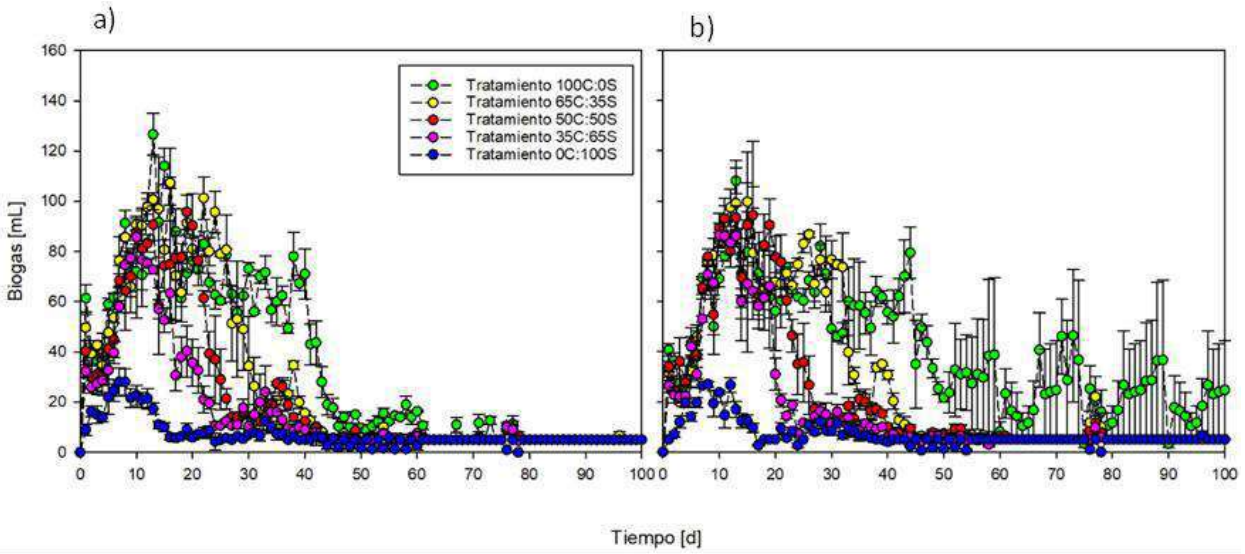


Figura 1. Producción de biogás diario, a) tratamientos sin nanopartículas, b) tratamientos con nanopartículas.

Conclusiones

Se obtuvo una mejora máxima usando una codigestión de 35C:65S con nanopartículas (CN), comparándolo contra el tratamiento 35C:65S (SN); por lo que, se demuestra un efecto sinérgico al añadir nanopartículas de magnetita.

Literatura citada

Aguilar-Méndez, M. A., Espinosa-Solares, T., Guerrero-Toledo, F. M., Canseco-Gonzalez, D., Velázquez-Hernández, A., Aguilar-Moreno, G. S. & Navarro-Cerón, E. (2020a). Synthesis and characterisation of magnetite. *IET Nanobiotechnology*, *14*(1), 94-97. http://doi.org/10.1049/iet-nbt.2019.0204

Aguilar-Moreno, G.S., Navarro-Cerón, E., Velázquez-Hernández, A., Hernández-Eugenio, G., Aguilar-Méndez, M.A. & Espinosa-Solares, T. (2020b). Enhancing methane yield of chicken litter in anaerobic digestion using. *Renewable Energy*, *147*, 204-213. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.111

Hassanpourmoghadam, L., Goharrizi, B. A., Torabian, A., Bouteh, E., & Rittmann, B. E. (2023). Effect of Fe3O4 nanoparticles on anaerobic digestion of municipal. wastewater sludge. *Biomass and Bioenergy*, 169. 106692. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106692

Medina Carrillo, L. G., Fernández-Méndiburu, J. & Montiel-Cortés, J. O. (2021). *Contaminación del acuífero Maya. Responsabilidad Gubernamental y empresarial.* Fundación Para el debido proceso.

SEMARNAT. (27 de junio de 2018). ¿Sabes qué es el sargazo?: *Gobierno de México* https://www.gob.mx/semarnat/articulos/sabes-que-es-el-sargazo?idiom=es?_amp=true

Rivera-Hernández, Y., Hernandez-Eugenio, G., Balagurusamy, N. & Espinosa-Solares, T. (2022). Sargassum-pig manure co-digestion: An alternative for bioenergy production and treating a polluting coastal waste. *Renewable Energy*, *199*, 1336- 1344. https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.09.06

BIOCONVERSIÓN DE RESIDUOS HORTOFRUTÍCOLAS MEDIANTE *Tenebrio molitor* EN CONDICIONES TROPICALES NO CONTROLADAS

Luis Felipe Sánchez-Santos[1]*; José López-Collado[1]; Rosa Isela Castillo-Zamudio[1]; Alejandro Salinas-Castro[2]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. [2]Centro de Investigación de Micología Aplicada, Universidad Veracruzana.

* sanchez.luis@colpos.mx

Introducción

El crecimiento de la demanda mundial de proteína ha impulsado la búsqueda de sistemas productivos más eficientes y sostenibles. La insecticultura ha sido propuesta como una alternativa viable debido a su alta eficiencia de conversión alimenticia y menor impacto ambiental en comparación con la ganadería convencional (van Huis et al., 2013; Oonincx et al., 2015). En este contexto, *Tenebrio molitor* destaca por su capacidad para bioconvertir subproductos agroalimentarios en biomasa rica en proteína. En México, los residuos hortofrutícolas representan una fracción importante del desperdicio orgánico generado en mercados y verdulerías. Su aprovechamiento como sustrato en la crianza de insectos comestibles podría integrarse en esquemas de economía circular y valorización sostenible. No obstante, existe limitada información sobre el desempeño productivo de *T. molitor* alimentado con residuos frescos bajo condiciones ambientales naturales en agroecosistemas tropicales. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes formulaciones basadas en residuos hortofrutícolas sobre el crecimiento, eficiencia alimenticia y contenido proteico de *Tenebrio molitor* bajo condiciones ambientales no controladas.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Laboratorio de Entomología del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, bajo condiciones ambientales naturales (30 ± 6 °C; 65 ± 5% HR). Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. El tratamiento testigo (T0) consistió en harina de trigo (40%), levadura (30%) y suplemento vitamínico (30%). Los tratamientos experimentales fueron: T1 (80% residuos de frutas + 20% salvado/avena), T2 (80% residuos de verduras + 20% salvado/avena) y T3 (mezcla frutas-verduras 80% + 20% salvado/avena). Cada unidad experimental consistió en 100 larvas de 21 días de edad alimentadas durante 45 días. Se evaluaron: ganancia de peso larval (GP), índice de conversión alimenticia (ICA), mortalidad (%), producción de frass (g MS/UE) y proteína cruda (AOAC, 2016). Los datos fueron analizados mediante ANOVA seguido de Dunnett ($p < 0.05$) o Kruskal–Wallis + Dunn cuando no se cumplieron supuestos.

Resultados y discusión

Los tratamientos afectaron significativamente el desempeño productivo y la composición proteica ($p < 0.05$). El tratamiento testigo presentó la mayor GP (0.23 ± 0.01 g/larva), el menor ICA (2.21 ± 0.04 g/g), menor mortalidad (8.00 ± 0.58%) y mayor contenido proteico (50.36 ± 0.15% BS). El tratamiento frutal (T1) mostró el menor crecimiento (0.12 ± 0.01 g/larva), mayor ICA (3.42 ± 0.05 g/g) y mayor mortalidad (30.00 ± 1.53 %). Los tratamientos con residuos de verduras (T2) y mezcla (T3) presentaron valores intermedios. Las diferencias observadas se atribuyen al balance nutricional del sustrato. Dietas con menor densidad proteica reducen la deposición corporal de proteína y aumentan el ICA (Oonincx et al., 2015; Bordiean et al., 2022). Bajo condiciones ambientales naturales, los residuos hortofrutícolas pueden ser valorizados, pero requieren ajustes en su formulación para optimizar eficiencia biológica y calidad nutricional.

Conclusiones

La bioconversión de residuos hortofrutícolas mediante *Tenebrio molitor* es viable bajo condiciones ambientales no controladas propias de agroecosistemas tropicales. Sin embargo, el desempeño productivo y el contenido proteico dependen del balance nutricional del sustrato. La formulación adecuada de residuos vegetales puede fortalecer su integración en esquemas de economía circular orientados a la producción sostenible de proteína alternativa.

Literatura citada

AOAC International. (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed.). Rockville, MD: AOAC International.

Bordiean, A., Krzyżaniak, M., Aljewicz, M., & Stolarski, M. J. (2022). Influence of different diets on growth and nutritional composition of yellow mealworm. *Foods*, 11(19), 3075. https://doi.org/10.3390/foods11193075

Oonincx, D. G. A. B., van Broekhoven, S., van Huis, A., & van Loon, J. J. A. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *Plos One*, 10(12), e0144601. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144601

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: Future prospects for food and feed security (FAO Forestry Paper No. 171). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf

PATRONES DE VARIABILIDAD AGROMORFOLÓGICA EN MAÍCES AZULES DE OAXACA

Prisciliano Diego-Flores; José Luis Chávez-Servia*

CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional

* jchavezs@ipn.mx

Introducción

A través de décadas y años de cultivo continuo los pequeños agricultores oaxaqueños preservan maíces nativos para subsanar sus necesidades alimentarias y evitar dependencia parcial o total de grano proveniente de otras regiones de Mexico, aun cuando confrontar diversos factores bióticos y abióticos adversos en micronichos o ambientes altamente heterogéneos y de escasa precipitación. Los trabajos recientes muestran que la diversidad genética del maíz nativo tiene delimitaciones espaciales y temporales propias de las condiciones agroecológicas de cultivo, donde la selección artificial que siguen realizando los agricultores siguen moldeando a las poblaciones, modificando los caracteres adaptativos, formas y tamaños de mazorca y grano. En los años más drásticos de escasa lluvia apenas se recupera la semilla para la siguiente siembra, y en otros casos se pierde, con efectos directos en reducción drástica de la diversidad, perdida o erosión genética. Todo esto crea la necesidad de monitorear la diversidad fenotípica y genética, y documentar los eventos de mayor impacto. En este contexto, el objetivo fue evaluar la variación en caracteres agromorfológicos de una colección de maíces azules de Valles Centrales de Oaxaca.

Materiales y métodos

El material biológico experimental se integró por 17 muestras poblacionales de maíces azules colectadas en diferentes comunidades de Valles Centrales de Oaxaca y un testigo comercial (VC-42), en altitudes que varían de 1500 a 1800 m de altitud. Durante el ciclo primavera-verano de 2025 se hizo la siembra bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, en la comunidad de Cuilapam de Guerrero, Oaxaca, en condiciones de temporal. La caracterización y evaluación de poblaciones se hizo con referencia en los descriptores del IPBGR (1991) y Diego-Flores et al. (2012): altura de planta y mazorca, días a floración masculina y femenina, descriptores de mazorca y grano. Con base en la información recopilada se realizaron análisis de varianza y comparaciones de medias por el método de Tukey ($p \leq 0.05$) y se complementó con un análisis de componentes principales mediante la matriz de varianzas y covarianzas.

Resultados y discusión

En el análisis de varianza se determinaron diferencias significativas ($p \leq 0.05, 0.01$) entre poblaciones en todas las variables agromorfológicas evaluadas. En general corresponden a poblaciones de porte bajo en altura de mazorca y planta (< 2.6 m), las mazorcas fueron de longitud mediana a pequeña (12 a 16 cm), con mediano a bajo número de hilera (12 a 13) y granos (20 a 29) por hileras en la mazorca, una condición media en volumen (435.7 a 757.7 mL) y peso (354.0 a 528.5 g) de mil granos, pero con longitud, ancho y groso de grano muy relacionado con la raza Bolita, la que se distribuye ampliamente en los Valles Centrales (Cuadro 1). No obstante, estos resultados son producto de bajas precipitaciones y una sequía intraestival. En el análisis de componentes principales se registró que al segundo componente principal se explicó 98.4 % de la variabilidad observada en el conjunto de variables registradas. El primer componente explicó 92.2% de la varianza total donde el peso y volumen de mil granos, y peso de olote fueron las variables de mayor valor explicativo (vector propio). El segundo componente principal explicó 6.2 % de la varianza total, el cual estuvo fuertemente influenciado por peso de olote, días a floración masculina, peso de mil granos y longitud de mazorca (Figura 1).

Cuadro 1. Significancias de cuadrados medios del análisis de varianza de variables agromorfológicas en poblaciones nativas de maíz azul oaxaqueño.

Variables agromorfológica evaluadas	Fuentes de variación			Promedio general	C.V. (%)
	Poblaciones	Rep.	Error		
Altura de planta (m)	3.27**	1.01**	0.062	1.90	12.9
Altura de mazorca (m)	2.19**	0.51**	0.043	1.11	18.6
Diámetro de raquis (cm)	0.115**	0.024^{ns}	0.016	0.701	18.3
Longitud de mazorca (cm)	20.53**	6.99*	2.29	13.6	11.1
Diámetro de mazorca (cm)	2.47**	0.21^{ns}	0.104	4.6	7.0
Diámetro de olote (cm)	1.04**	0.05^{ns}	0.062	2.5	9.9
Número de hilera/ mazorca	11.80**	2.12^{ns}	1.87	10.7	12.8
Núm. granos por hilera	166.9**	16.1^{ns}	17.41	24.2	17.2
Días a floración masculina	117.98**	5.16*	1.68	63.3	2.0
Días a floración femenina	169.8**	2.6^{ns}	2.97	67.2	2.6
Peso de olote (g)	2810.9**	366.0^{ns}	559.1	191.3	12.4
Volumen de 1000 granos (mL)	29245.4**	11327.1^{ns}	4977.1	600.9	11.7
Peso de 1000 granos (g)	10892.6**	1781.4^{ns}	834.5	448.2	6.4
Long. 10 granos (cm)	2.31**	0.72^{ns}	0.44	12.8	5.2
Ancho de 10 granos (cm)	2.19**	0.38^{ns}	0.21	10.6	4.4
Grosor de 10 granos (cm)	0.218*	0.006^{ns}	0.094	4.6	6.6

^{ns}No significativa ($p > 0.05$); *significativo a $p \leq 0.05$; **significativa a $p \leq 0.01$; C.V = coeficiente de variación.

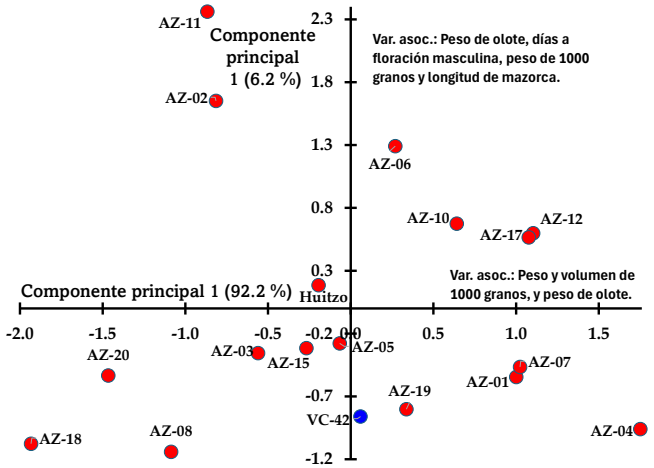


Figura 1. Dispersión de poblaciones nativas de maíz azul de Valles Centrales de Oaxaca.

Conclusiones

Se registro alta variabilidad en caracteres agromorfológicas con mayor efecto discriminativo de altura de planta, morfología de mazorca y grano, y la diferenciación entre poblaciones se relacionó esencialmente con peso y volumen de mil granos, días a floración masculina y longitud de mazorca. En las comunidades los maíces de grano azul son poco frecuentes y se recomienda emprender acciones a favor de la conservación y mejoramiento *in situ* de estas poblaciones.

Literatura citada

Diego-Flores P., Chávez-Servia, J.L., Carrillo-Rodríguez, J.C. & Castillo-González, F. 2012. Variabilidad en poblaciones de maíz nativo de la Mixteca baja oaxaqueña, México. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* Univ Nac Cuyo, 44(1), 157-171.

International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) (1991). *Descriptors for Maize*. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City and International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy. 88 p.

VARIACIÓN EN CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN MAÍCES AZULES DE OAXACA

Mónica Lilian Pérez-Ochoa[1,2]; Araceli Minerva Vera-Guzmán[1]; Prisciliano Diego-Flores[1]; José Luis Chávez-Servia[1*]

[1]CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional; [2]Universidad Autónoma Comunal de Oaxaca.

* jchavezs@ipn.mx .

Introducción

En México la producción de maíces pigmentados de color azul, rojo, morado, amarillo-naranja y sus variantes tiene como principal destino los propios hogares o comunidades de agricultores, mercados locales y regionales, pero en los mercados nacionales tienen escasa a nula demanda, de hecho no existen estadísticas nacionales de volúmenes de producción y consumo. Los maíces azules, morado o rojos poseen compuestos bioactivos y funcionales que previenen y mejoran la salud de los consumidores; por ejemplo, los granos poseen antocianinas, carotenoides, flavonoides, ácidos fenólicos, flavones, minerales, proteínas, aminoácidos, carbohidratos, ácido granos y otros compuesto, compuesto que también se han registrado en los subproductos como tortillas, totopos, atoles, pozole y bebidas refrescantes, aunque se observan reducciones en su contenido por efecto del proceso o elaboración (nixtamalización cocción, etc.). En este trabajo se planteó el objetivo de evaluar la variación en contenido de antocianinas, polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante en una colección de maíces azules de Oaxaca.

Materiales y métodos

El material biológico se integró por 19 muestras de maíces azules colectados en diferentes comunidades de las regiones Mixteca y Valles Centrales de Oaxaca, en altitudes que varían de 1500 a 2600 m de altitud. Las muestras de grano fuero molidas y tamizadas, y se utilizó etanol al 85 % o metanol al 80 % como soluciones de extracción. El contenido de antocianinas (mg de cianidina-3-glucosidos -C3G-/100 g de base seca, bs) se evaluó con base en la metodología descrita por Martínez-Martínez et al. (1999), el contenido de polifenoles totales (mg equivalente de ácido gálico -EAG-/100 g de bs) se evaluó siguiendo la metodología de Singleton y Rossi (1965); flavonoides totales (mg equivalentes de catequina -EC-/100 g de bs) se evaluaron con base en el método de Zhishen et al. (1999); la actividad antioxidante se evaluó por el método DPPH basado en el método de Brand-Williams et al. (1995) y la reducción férrica (método FRAP) con referencia en el método de Benzie y Strain (1999), se expresaron en µmol equivalentes de Trolox -ET-/g de bs. Todos mediante espectrofometría UV-visible y estándares de referencia.

Resultados y discusión

En el análisis de varianza se registraron diferencias significativas entre muestras poblacionales respecto al contenido de antocianinas, polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante (métodos de DPPH y FRAP). El contenido de antocianinas varió de 21.7 a 46.7 mg C3G/100 g, polifenoles de 81.9 a 129.2 mg EAG/ 100 g y flavonoides de 19.7 a 33.4 mg EC/100 g. Esta variación se reflejó en actividad antioxidante donde las poblaciones Cuilapam y AZ-20 que presentaron los mayores valores de antocianinas o polifenoles totales presentaron los valores altos de actividad antioxidante evaluada por los métodos de DPPH y FRAP, y también las poblaciones con menor contenido de compuesto bioactivos expresaron un menor contenido de actividad antioxidante (Cuadro 1), entendiéndose que la actividad antioxidante es el resultado de la acción de compuestos bioactivos para capturar los radicales libre en la matriz o solución reactiva.

Conclusiones

Entre poblaciones de maíz azul se registró alta variabilidad en contenido de antocianinas, polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante, y dado que provienen de diferentes agricultores oaxaqueños, esa variabilidad refleja parte del manejo diferencial o particular que hace cada agricultor, tanto en la selección de semilla, la parcela o micronicho agroecológico donde siembra y la separación en tiempo o espacio de otras parcelas de cultivo, ya que se observaron poblaciones con alta uniformidad en color de grano e indicadores de ese aislamiento. Se propone emprender una estrategia de mejoramiento conservativo para aprovechar esta diversidad fenotípica en composición de grano.

Cuadro 1. Significancia del valor de F y contenido promedio de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en maíces azules de Oaxaca.

Significancia de F y poblaciones evaluadas	Antocianinas (mg C3G/ 100 g)	Polifenoles totales (mg EAG/100 g)	Flavonoides totales (mg EC/100 g)	Act. antiox. (µmol ET/g)	
				DPPH	FRAP
Significancia de F	2783.8**	2641.0**	935.2**	829.2**	871.7**
Cuilapam	**46.7 a**	126.0 b	**33.4 a**	655.4 b	**934.7 a**
AZ-01	22.5 k	78.6 m	21.6 i	461.0 i	506.3 k
AZ-02	43.8 b	109.2 g	32.4 b	563.6 d	821.4 c
AZ-03	24.7 ij	86.0 k	23.2 g	519.4 g	663.4 g
AZ-04	25.4 i	91.4 j	26.0 e	509.6 gh	668.7 g
AZ-05	29.3 f	91.6 j	25.3 f	552.3 de	701.2 f
AZ-06	24.3 j	81.9 l	23.6 g	499.7 h	624.8 h
AZ-07	32.1 e	97.6 i	27.1 d	537.5 f	718.0 f
AZ-08	26.7 h	121.0 d	29.4 c	644.9 b	874.3 b
AZ-10	22.0 kl	97.5 i	23.0 gh	554.0 de	679.8 g
AZ-11	28.5 g	117.1 e	29.9 c	557.7 de	745.7 e
AZ-12	16.9 m	85.3 k	19.7 j	426.0 j	554.7 j
AZ-15	28.7 fg	82.1 l	23.6 g	467.6 i	599.5 i
AZ-17	29.2 fg	123.0 c	27.7 d	547.2 ef	704.7 f
AZ-18	21.7 l	97.2 i	22.5 h	547.0 ef	668.2 g
AZ-19	29.1 fg	101.8 h	25.2 f	552.2 de	677.7 g
AZ-20	35.1 d	**129.2 a**	29.3 c	**708.7 a**	863.8 b
Huitzo	38.1 c	114.2 f	29.8 c	590.4 c	779.6 d

Diferencia significativa entre poblaciones evaluadas ($p \leq 0.01$); [1]medias con la misma letra indica diferencias no significativas (prueba de Tukey, $p \leq 0.01$). En **negritas valores altos y subrayado valores bajos.

Literatura citada

Benzie, I.F. & Strain, J.J. (1999). Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299, 15-27.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C.L.W.T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology,* 28(1), 25-30.

Martínez-Martínez, R.; Vera-Guzmán, A.M., Chávez-Servia, J.L., Aquino-Bolaños, E.N., Carrillo-Rodríguez, J.C. & Pérez-Herrera, A. (2019). Bioactive compounds and antioxidant activity in pigmented maize landraces. *Interciencia*, 44(9), 549-556.

Singleton, V.L. & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

Zhishen, J.; Mengcheng, T.; Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry,* 64(4), 5.

CAMBIOS MORFOLÓGICOS EN RASGOS DE LA MAZORCA DERIVADOS DE LA ADAPTACIÓN EN POBLACIONES DE MAÍZ

Iraís García-Vázquez[1], Martha Hernández-Rodríguez[1], Ricardo Lobato-Ortiz[1], J. Jesús García-Zavala[1] y Adriana I. Pérez-Luna[2]

[1] Colegio de Postgraduados, Posgrado en RGP-Genética. [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Costa de Hermosillo.

garcia.irais@colpos.mx

Introducción

La introgresión de nuevos alelos provenientes de germoplasma exótico se emplea para ampliar la base genética de germoplasma local; sin embargo, para su uso en programas de mejoramiento, este material debe pasar por un proceso de adaptación (Hou *et al.,* 2024). La adaptación implica cambios en la morfología de los cultivos, en particular, en especies sensibles al fotoperíodo y a la temperatura, como el maíz (Gao *et al.*, 2023). Uno de los rasgos más evaluados durante el proceso de adaptación de maíz es la sincronía floral debido a que determina en gran medida el potencial productivo del cultivo, donde la mazorca es de gran relevancia por su valor antropocéntrico y económico (García-Lara y Serna-Saldivar, 2019). En 1969, en el Colegio de Postgraduados, inició un programa de mejoramiento para la adaptación de poblaciones de 11 razas de maíz provenientes del trópico y del subtrópico. La finalidad de este programa ha sido tener germoplasma exótico adaptado de maíz para mejoramiento regional. El objetivo de este trabajo fue evaluar rasgos de la mazorca en poblaciones originales y adaptadas de 11 razas con el fin de cuantificar los efectos de la adaptación a largo plazo.

Materiales y métodos

Se evaluaron poblaciones originales y adaptadas de las razas: Cónico Norteño, Pepitilla, Tabloncillo, Comiteco, Celaya, Vandeño, Tepecintle, Olotillo, Nal-tel, Zapalote Chico y Tuxpeño. Pertenecientes al programa de mejoramiento del Dr. José D. Molina Galán del Colegio de Postgraduados. Las poblaciones tienen de 18 a 24 de selección masal. El experimento se estableció durante el ciclo primavera-verano de 2025 en Montecillo, Estado de México (19°27'35" N, 98°54'16" O), a una altitud de 2,250 m. La siembra se realizó en surcos de 10 m de longitud separados por 80 cm, con dos plantas cada 40 cm. Las mazorcas se cosecharon en madurez fisiológica entre 120 y 170 días después de la siembra con base en la precocidad de la población. Las variables medidas fueron: número de mazorcas, número de hileras en mazorca, número de granos por hilera, longitud de mazorca (cm), ancho de mazorca (mm), diámetro del olote (mm), peso de la mazorca (g), peso del olote (g) y peso de 100 granos de semilla. Para la toma de datos se empleó flexómetro Latintul®, calibrador vernier digital de 6″ Truper® y una báscula digital Truper® BASE-5EP. Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) en R (versión 4.4.2) a partir de una matriz estandarizada de las variables morfológicas de mazorca.

Resultados y discusión

Los dos primeros componentes explicaron el 58.43 % de la variación total. El PC1 separó las poblaciones con base en la arquitectura de la mazorca. Se distinguieron materiales con mayor número de hileras, ancho de mazorca y diámetro de olote, y materiales que tuvieron mayor longitud de mazorca, número de granos por hilera y peso de mazorca y grano; lo cual indicó que hubo poblaciones con mazorcas compactas y poblaciones con mazorcas grandes y pesadas.

En algunas razas, las poblaciones originales y adaptadas se ubicaron en el mismo cuadrante del PCA, lo que indicó que la adaptación ocurrió sin que se modificara sustancialmente la arquitectura de la mazorca. En otras, ambas versiones se ubicaron en cuadrantes distintos pero quedaron cercanas, indicando que la adaptación provocó cambios de baja magnitud. El caso más notable

fue el de Cónico Norteño, donde ambas poblaciones quedaron en los cuadrantes II y IV, evidenciando diferenciación fenotípica en esta población que pasó de portar mazorcas compactas y pequeñas a portar mazorcas más largas y pesadas después de la adaptación. Al respecto, se ha reportado que los procesos adaptativos suelen estar acompañados por diferenciación fenotípica como resultado de la presión de selección ejercida durante el mejoramiento, aunada a mecanismos evolutivos que generan cambios fisiológicos, metabólicos y del desarrollo que favorecen una mayor plasticidad fenotípica (Gage *et al*., 2017).

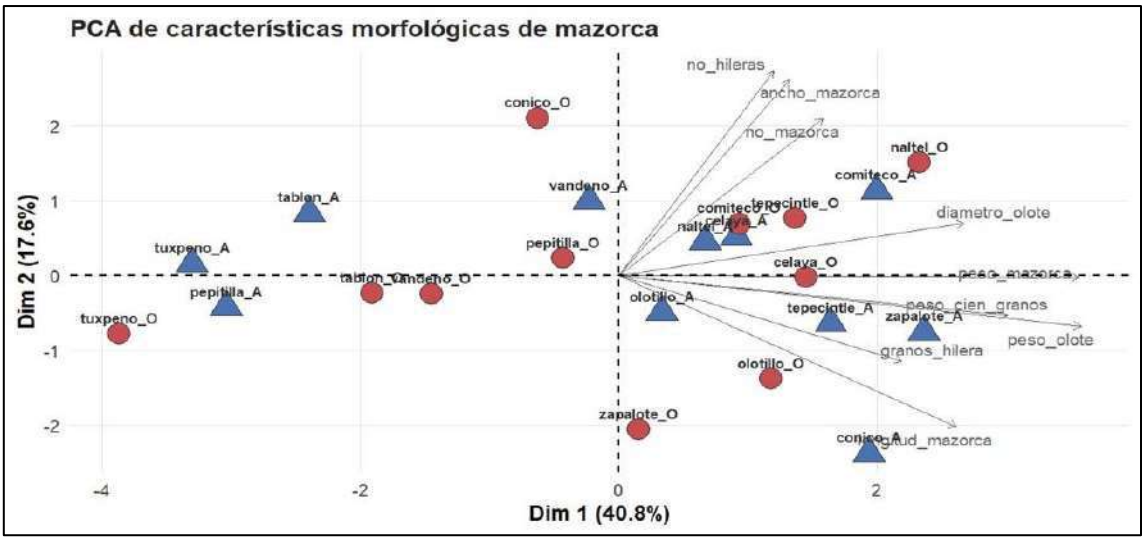


Figura 1. Distribución de poblaciones originales y adaptadas de 11 razas de maíz de acuerdo con rasgos de la mazorca. A: adaptado, O: original.

Conclusiones

La respuesta a la adaptación en rasgos de la mazorca fue diferente en cada raza. Se identificaron poblaciones que tuvieron cambios mínimos entre sus versiones original y adaptada, otras que mostraron ajustes morfológicos ligeros y, en particular, Cónico Norteño presentó un cambio marcado, pasando de mazorcas pequeñas y compactas a mazorcas más largas y pesadas.

Literatura citada

Gage, J. L., Jarquin, D., Romay, C., Lorenz, A., Buckler, E. S., Kaeppler, … De León, N. (2017). The effect of artificial selection on phenotypic plasticity in maize. Nature Communications 8 (1348): 1 – 11. https://doi.org/10.1038/s41467-017-01450-2

Gao, L., Kantar, M.B., Moxley, D., Ortiz-Barrientos, D. & Rieseberg, L.H. (2023). Crop adaptation to climate change: An evolutionary perspective. Molecular Plant 16, 1518–1546. https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.07.011

García-Lara, S. & Serna-Saldivar, S. O. (2019). Corn History and Culture. In Corn (pp. 1–18). Elsevier. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811971-6.00001-2

Hou, J., Zhang, J., Bao, F., Zhang, P., Han, H., Tan, H., Chen, B. & Zhao, F. (2024). The contribution of exotic varieties to maize genetic improvement, Molecular Plant Breeding, 15(4): 198-208. https://doi10.5376/mpb.2024.15.0020

EFECTO DE NANOPARTICULAS DE HIERRO EN EL RENDIMIENTO Y ACTIVIDAD ENZIMATICA EN FRIJOL ESCUMITE

Alejandro Galaviz-Barrón[1*]; Manuel Fortis-Hernández[1]; Alma Patricia Galindo-Guzmán[2]; Pablo Preciado-Rangel[1]; Radamés Trejo-Valencia[3]; Francisco Ruiz-Ortega[1]

[1] Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Torreón. [2] Universidad Politécnica de la Región Laguna. [3] Tecnológico Nacional de México, Campus Mérida.

* alebarronga@gmail.com

Introducción

El frijol (*Phaseolus acutifolius.)* es un cultivo estratégico para la economía y dieta en México, fundamental para la seguridad alimentaria y el sustento de pequeños y medianos productores (SIAP,2022; Espinosa-Rodríguez, 2025). Sin embargo, la deficiencia de hierro representa un problema de salud pública a nivel mundial. Ante este reto, la biofortificación con nanotecnología se presenta como una solución innovadora; especialmente, la aplicación de nanopartículas de hierro (NPs-Fe) en cultivos básicos no solo favorece la calidad nutricional, sino que puede potenciar la productividad agrícola (Guardiola-Márquez *et al*., 2023). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las NPs-Fe en el rendimiento y actividad enzimatica en grano de frijol Escumite.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en campo durante el ciclo agrícola verano–otoño 2025, utilizando la variedad de frijol *Escumite*. La siembra se efectuó a una distancia de 0.35 m entre plantas y 0.45 m entre surcos, en melgas de 20 m de longitud con cuatro surcos. El cultivo se manejó con riego por gravedad, aplicando una lámina total de 80 cm durante todo el ciclo del cultivo. Se evaluaron cuatro tratamientos de NPs-FeO (100, 200, 300 y 400 mg L-1), tratamiento químico aplicado vía foliar (.0039 % Fe) y un tratamiento control (sin aplicación). Se utilizó un diseño de bloques al azar (DBA) con 3 repeticiones, realizándose un ANOVA y prueba de separación de medias (Tukey; $p \leq 0.05$). Las variables evaluadas incluyeron el rendimiento de grano por planta (g), la actividad enzimatica de catalasa según el método de Aebi (1983) y peroxidasa (Onsa et al. 2004). La actividad CAT y POD se midió espectrofotométricamente (Jenway 7305 UV-Vis) a temperatura ambiente monitoreando la disminución de la absorbancia a 240 nm y 470 nm respectivamente.

Resultados y discusión

La aplicación de 400 mg L^{-1} de NPs-FeO maximizó el rendimiento, superando al control en un 80%. No obstante, en los parámetros de biomasa, la dosis de 200 mg L^{-1} fue la que generó el mayor incremento (Cuadro 1). Estos resultados subrayan la importancia de optimizar la dosificación de NPs- Fe, dado su impacto crítico en la nutrición y el desarrollo del cultivo (Shakoor *et a*l., 2022).La aplicación foliar de nanopartículas de óxido de hierro (NPs-FeO) incrementó significativamente la actividad de catalasa y peroxidasa, con valores máximos a 200 mg L^{-1}, lo que indica una activación del sistema antioxidante para la detoxificación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y sugiere una mayor disponibilidad de hierro como cofactor enzimático a dosis moderadas (Montaño, 2023; Montilla et al., 2023; Fernández & Madai, 2025).Lo que podría generar un incremento en compuestos bioactivos en el frijol.

Conclusiones

Con la aplicación de 400 mg L^{-1} de NPs-FeO se obtuvo el mayor rendimiento. En contraste, la dosis de 200 mg L^{-1} maximizó la actividad enzimática, superando tanto al control como al fertilizante convencional. Estos hallazgos demuestran que las nanopartículas de hierro son una alternativa para incrementar la productividad del frijol, ya que actúan como una bioestimulante

regulando el estrés oxidativo.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de NPs-Fe en el rendimiento y biomasa del frijol Escumite.

Tratamiento NPs-FeO mg L^{-1}	Rendimiento (Kg Ha^{-1})	Biomasa (g)
Control	412.398 ± 7.50 c	140.00 ± 10.39 b
100	1413.204 ± 10.96 bc	166.33 ± 11.84 ab
200	1880.004 ± 15.71 abc	302.00 ± 38.10 a
300	3386.810 ± 27.13 ab	182.67 ± 48.42 ab
400	3853.210 ± 12.00 a	271.33 ± 66.36 ab
FQ	1440.000 ± 6.00 bc	20.58 ± 32.65 bc

*Valores con letras distintas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey (p≤ 0.05).

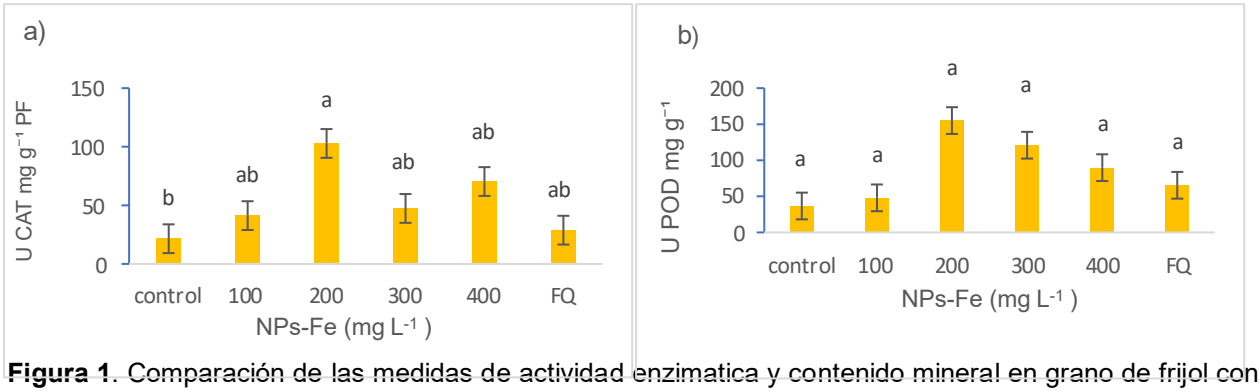


Figura 1. Comparación de las medidas de actividad enzimatica y contenido mineral en grano de frijol con aplicaciones foliares de nanopartículas de óxido de hierro. a) catalasa; b) peroxidasa. Valores con letras distintas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Tukey (p≤ 0.05).

Literatura citada

Espinosa-Rodríguez, M., Sabino-López, J. E., Antúnez-Ocampo, O. M., Pérez-Pacheco, R., & Maldonado- Peralta, M. D. L. Á. (2025). Caracterización socioeconómica y productiva de productores de frijol nativo en Guerrero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *16*(2). https://doi.org/10.29312/remexca.v16i2.3541

Guardiola-Márquez, C. E., López-Mena, E. R., Segura-Jiménez, M. E., Gutierrez-Marmolejo, I., Flores- Matzumiya, M. A., Mora-Godínez, S., ... & Jacobo-Velázquez, D. A. (2023). Development and evaluation of zinc and iron nanoparticles functionalized with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and microalgae for their application as bio-nanofertilizers. *Plants*, *12*(20), 3657.https://doi.org/10.3390/plants12203657

Shakoor, N.; Adeel, M.; Zain, M.; Zhang, P.; Arslan, M.; Farooq, T.; Zhou, P.; Azeem, I.; Rizwan, M.; Guo, K.; Jilani, G.; Ahmar, S.; Maqbool, S. and Ming, X. 2022. Iron-based nanoparticles enhances its nutritional quality by trigging the essential elements. NanoImpact. 25(1):100388-100393. https://doi.org/10.1016/j.impact.2022.100388

Fernández, C., & Madai, S. (2025). Evaluación de la actividad biológica de nanopartículas de óxido de hierro funcionalizadas con extracto de ajo (*Allium sativum*).

COLOR DE SÉMOLA EN TRIGO DURO CON ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES

Rosario Angelica-Salcido[1*]; Carlos Patricio Sauceda-Acosta[1]; Alberto Borbón-Gracia[2]; León Elizabeth García[2], Cipriano Fuentes-Verduzco[1]

[1]Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte-UAS. [2]Campo experimental Norman E. Borlaug-INIFAP Ciudad Obregon Sonora. [3]Campo Experimental Valle del Fuerte - INIFAP.

* rosarioangelica.rass@gmail.com

Introducción

La sémola se obtiene de la molienda de trigo duro (*Triticum durum* Desf.) y se utiliza en la elaboración de pasta o macarrones. Su calidad se determina en gran medida por la intensidad del pigmento amarillo del endospermo, atribuida a la concentración de carotenoides. El color se asocia con las propiedades oxidativas y el amarillo brillante presenta mayor preferencia del consumidor, por lo cual influye en el valor comercial del grano (Troccoli *et al*., 2025). En trigo duro, el mejoramiento genético considera la clasificación de calidad “Oro” cuando la pigmentación de la sémola (fracción de 250 µm), medida con colorímetro, presenta valores de cromaticidad en el eje azul–amarillo (b*) superiores a 28 (Borbón *et al*., 2022). La caracterización del color del grano y de la sémola forma parte de los programas de mejoramiento genético y su evaluación se realiza de forma común con colorímetros como el Chroma Meter CR-400 de Konica Minolta (Cabas *et al*., 2025; Carpentieri *et al*., 2024). Sin embargo, estos equipos tienen un área de muestreo limitada, lo que restringe la representación de la variabilidad de la muestra. En contraste, el análisis de imágenes digitales se propone como una alternativa objetiva, rápida y de bajo costo para la evaluación de productos derivados del trigo (Molinero *et al*., 2022).

Materiales y métodos

La sémola, purificada e integral, se obtuvo de las variedades Cirno C2008, Noroeste C2021, Rohely HP C2024 y Quetchehueca Oro C2013, cultivadas en el campo experimental Valle de Mexicali. El color se midió en tres muestras, contenidas en cajas de Petri, con un colorímetro portátil modelo WR10QC (Unimall-US, China), con apertura de 4 mm, iluminante D65 y ángulo de 10°, en el espacio CIE-Lab (CIE, 1964), donde L* representa la luminosidad (0 = negro; 100 = blanco), a* el eje rojo (+)/verde (−) y b* el eje amarillo (+)/azul (−).El color también se evaluó mediante imágenes digitales de 640 × 480 píxeles y área medible de 19.63 mm², capturadas con un microscopio digital CMOS con iluminación LED blanca integrada; además, la digitalización se hizo con escáner de escritorio Canon, modelo Scanner LiDE 300, con resolución de 300 ppp. El análisis de las imágenes se realizó en Java (versión 8) con librerías OpenCV (versión 4.5.5), y el análisis de datos con SAS® OnDemand for Academics. La normalidad se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. El color se evaluó mediante ANDEVA y la prueba de Tukey se utilizó cuando hubo diferencias ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

La detección del color en sémola integral y purificada varió según el método; el colorímetro descartó diferencias entre variedades, lo que puede asociarse en parte a su reducida área de medición (12.57 mm²), que limita la captura de la heterogeneidad de la muestra. El AID discriminó el color entre variedades (Cuadro 1), el uso de microscopio, con un área de medición de 19.63 mm², identificó diferencias en a* y b* en sémola integral y solo en a* en la purificada ($p \leq 0.05$). El color obtenido de imágenes escaneadas diferenció las variedades para ambos tipos de sémola, esto atribuible a la mayor superficie muestreada (63.62 mm^2) y confirma así la influencia del área de muestreo sobre la representatividad. Las diferencias en b* (amarillo) son relevantes, por su asociación con el contenido de carotenoides y la calidad en trigo duro. El uso de imágenes digitalizadas con escáner mostró precisión y repetitividad, reflejados en bajos coeficientes de

variación (Cuadro 1); además, permitió diferenciar el color entre variedades; sin embargo, el amarillo de Quetchehueca Oro C2013, obtenido con imagen de microscopio, la clasifica de calidad Oro al superar la cromaticidad de 28 indicada por Borbón *et al*. (2022), aunque sémola con valores por encima de 20 se considera de buena calidad (Carpentieri *et al*., 2024).

Cuadro 1. Comparación del color (L*, a*, b*) en sémola integral y purificada de cuatro variedades de trigo duro evaluadas mediante colorímetro y análisis de imagen digital (AID).

Variedad	Colorímetro			AID (microscopio)				AID (escáner)					
	L	a	b	L	a		b		L		a		b	
Integral														
Cirno C2008	86.4	0.6	23.4	68.8	-3.1	b	22.7	a	84.2	c	2.1	c	16.2	a
Noroeste C2021	86.9	0.8	23.2	67.0	-5.7	a	23.7	ab	83.5	b	1.5	a	18.4	b
Quetchehueca Oro C2013	86.6	1.2	23.2	71.1	-7.9	a	29.5	b	82.9	a	1.9	b	21.4	d
Rohely HP C2024	86.7	0.7	24.7	69.2	-8.0	a	25.1	ab	83.8	b	1.3	a	19.9	c
Media	86.6	0.8	23.6	69	-6.2		25.3		83.6		1.7		19.0	
CV	0.9	53.7	9.2	4.5	16.1		8.8		0.2		3.4		0.3	
DHS (Tukey, p≤0.05)	NS	NS	NS	NS	2.6		5.8		0.4		0.1		0.2	
Purificada														
Cirno C2008	86.4	2.3	14.8	69.1	-0.3	bc	16.5		83.1	b	4.6	d	9.4	a
Noroeste C2021	87.5	2.1	15.1	64.3	2.2	c	18.1		82.7	a	4.2	c	10.6	b
Quetchehueca Oro C2013	87.2	2.1	15.2	67.2	-4.6	a	17.3		82.7	a	4.1	b	11.5	d
Rohely HP C2024	86.9	1.7	15.6	67.2	-2.8	ab	16.7		83.2	b	4.1	b	10.7	c
Media	87.0	2.0	15.5	66.6	-2.1		16.8		83.1		4.1		10.6	
CV	0.6	32.8	7.6	4.9	45.9		14.4		0.2		0.4		0.2	
DHS (Tukey, p≤0.05)	NS	NS	NS	NS	2.6		NS		0.3		0.05		0.1	

Literales distintas por columna indican diferencia estadística; DHS, diferencia honesta significativa; NS, no significativo; CV, coeficiente de variación.

Conclusiones

El análisis de imagen digital mediante escáner presenta eficiencia para evaluar el color en sémola integral y purificada, permite una mejor representación de la heterogeneidad de la muestra y la diferenciación entre genotipos en el parámetro b*, asociado a la calidad del trigo duro.

Literatura citada

Borbón G. A., Díaz-Ceniceros, H. L., Chávez-Villalba, G., Ammar, K., Fuentes-Dávila, G., Alvarado-Padilla, J. I., & Huerta-Espino, J. (2022). Don Lupe Oro C2020: nueva variedad de trigo duro para el noroeste de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *45*(3), 413-416.

Cabas L., P., Dreisigacker, S., Ammar, K., Megerssa, S., Schwember, A. R., Matus, I., and Ibba, M. I. (2025). Genome-wide association study and marker validation to enhance yellow color in durum wheat. *Journal of Cereal Science*, 104305.

Carpentieri, S., Larrea-Wachtendorff, D., & Ferrari, G. (2024). Influence of semolina characteristics and pasta-making process on the physicochemical, structural, and sensorial properties of commercial durum wheat spaghetti. *Frontiers in Food Science and Technology*, 4, 1416654.

Molinero, A. L. (2022). A mobile phone digital image method designed for efficient durum wheat flour characterization. *Analytical Methods*, 14(35), 3416-3422.

Troccoli, A., Ficco, D. B. M., Platani, C., D'Egidio, M. G., & Borrelli, G. M. (2025). Prediction of pasta colour considering traits involved in colour expression of durum wheat semolina. *Foods*, *14*(3), 392.

TITANIO EN EL CRECIMIENTO MORFOLÓGICO INICIAL DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.)

Víctor Hugo Carbajal-Vázquez[1]; Alma Delia Cervantes-Abarca[1], Libia I. Trejo-Téllez[1]; Fernando Carlos Gómez-Merino[1]; Juan Valente Hidalgo-Contreras[2]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. [2]Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba.

* carbajal.victor@colpos.mx

Introducción

A nivel global se producen 2.03 miles de millones de Mg de caña de azúcar; debido a que se considera una importante fuente de biomasa, energía y materias primas industriales de alto valor agregado (FAO-OWD, 2026; Gómez-Merino *et al*., 2017). Uno de los retos del sector cañero, es mejorar el sistema de producción de caña de azúcar de manera eficiente, con el fin de que el cultivo sea más resiliente ante el cambio climático. Dentro de las estrategias de mejora, se considera la bioestimulación con elementos como el titanio (Ti), el cual beneficia los procesos de germinación y absorción de nutrientes en los cultivos (Carbajal-Vázquez *et al*., 2022; Carbajal-Vázquez *et al*., 2025). El objetivo de este estudio fue analizar el efecto del Ti aplicado a yemas (imbibición) y en plántulas (después de la emergencia) de caña de azúcar de los cv. Mex 69-290 y CP 72-2086, y del híbrido Mex 09-341, en el diámetro de tallo, altura de planta y número de hojas.

Materiales y métodos

El experimento se realizó con dos cultivares comerciales: Mex 69-290 y CP 72-2086; y un híbrido en fase semicomercial, proveniente del programa de mejoramiento genético del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba: Mex 09-341. Los tratamientos aplicados fueron concentraciones de Ti de 0, 5 y 10 mM. Se empleó un diseño experimental en bloques completamente al azar. Yemas obtenidas de tallos de los genotipos antes mencionados se colocaron en imbibición en las soluciones con Ti por 18 h. Acto seguido, se colocaron las yemas en macetas negras de plástico (13 × 14 × 18.5 cm), con una mezcla de turba blanca (Super Terra ST1 Hawita) y tezontle (1:1, v:v) como sustrato. En intervalos de 10 d se aplicaron los tratamientos (100 mL de solución). Se realizaron cuatro aplicaciones y a los 45 d se midió el diámetro de tallo (DT), la altura de planta (AP) y el número de hojas (NH). El análisis de datos se realizó con estadística descriptiva.

Resultados y discusión

Después de 45 días de experimento, en el cv. Mex 69-290, ambas dosis con Ti (5 y 10 mM) redujeron el DT en 2 y 5%, la AP en 2 y 6%, y el NH en 8 y 25%, respectivamente, en comparación con su testigo. Por otro lado, en el cv. CP 72-2086, los tratamientos evaluados tuvieron efectos diferenciales en las variables evaluadas. Por un lado, la dosis con 5 mM Ti incrementó la AP en 14%, y el NH en 5%, en ambos casos, en comparación con su testigo. Por otro lado, y de manera contrastante, la dosis con 10 mM Ti, disminuyó las variables evaluadas en 36, 12 y 27%, respectivamente, en comparación con su testigo. En cuanto al híbrido Mex 09-341, la dosis con 5 mM Ti, disminuyó el DT en 8%, la AP en 2% y el NH en 16%, en todos los casos en comparación con su respectivo testigo. Con la dosis 10 mM Ti se redujo el DT en 3% y el NH en 12%, con respecto a su testigo. Mientras que en la AP se observó un ligero incremento del 2%, con respecto al testigo.

Conclusiones

El Ti tiene efectos diferenciales en las variables estudiadas, dependiendo del genotipo. Aunque en la mayoría de los casos los efectos fueron negativos, se destacan los efectos positivos del Ti

en la AP y el NH con la dosis de 5 mM, en el cultivar CP 72-2086; y en la AP en el híbrido Mex 09-341 con la dosis 10 mM Ti.

Cuadro 1. Efecto del Ti en parámetros de crecimiento inicial de dos cultivares de caña de azúcar y un híbrido, 45 días después de la siembra.

Cultivares e híbrido	Ti (mM)	Diámetro de tallo (mm)	Altura de planta (cm)	Número de hojas
Mex 69-290	0	6.3±0.2	48.7±3.9	4.7±0.2
Mex 69-290	5	6.2±0.2	47.6±1.6	4.3±0.2
Mex 69-290	10	6.0±0.2	45.7±1.5	3.5±1.1
CP 72-2086	0	7.0±0.4	45.3±4.3	4.1±0.5
CP 72-2086	5	7.1±0.2	51.5±1.7	4.3±0.2
CP 72-2086	10	4.5±0.3	40.0±1.6	3.0±0.2
Mex 09-341	0	7.1±1.0	49.4±0.7	5.0±0.5
Mex 09-341	5	6.5±0.6	48.2±4.4	4.2±0.2
Mex 09-341	10	6.9±1.9	50.0±1.7	4.4±1.3

Literatura citada

Carbajal-Vázquez, V. H., Gómez-Merino, F. C., Alcántar-González, E. G., Sánchez-García, P. & Trejo-Téllez, L. I. (2022). Titanium increases the antioxidant activity and macronutrient concentration in tomato seedlings exposed to salinity in hydroponics. *Plants*, *11* (8), 1036.

Carbajal-Vázquez, V. H., Trejo-Téllez, L. I., Mejía-Méndez, J. L., Salinas-Ruiz, J., & Gómez-Merino, F. C. (2025). Biostimulant effects of titanium dioxide nanoparticles on germination and initial growth of tomato: evidence of hormesis. *PeerJ*, *13*, e20516.

FAO-OWD. (2026). Sugar cane production. Food and Agriculture Organization of the United Nations-Our World in Data. Consultado en línea el 13 de febrero de 2026, en: https://ourworldindata.org/search?q=What+is+the+world%27s+sugarcane+production%3F&resultType=all

Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I., Salazar-Ortíz, J., Pérez-Sato, J. A., Sentíes-Herrera, H. E., Bello-Bello, J. J. & Aguilar-Rivera, N. (2017). La diversificación de la agroindustria azucarera como estrategia para México. *Agro Productividad*, *10*(11), 7-12.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PERFIL LIGNOCELULÓSICO DE BIOMASA FOLIAR DE ASPARAGACEAE CON POTENCIAL PARA BIOENERGÉTICOS

Nadia Villada-Lozada; Agustina Rosa Andrés-Hernández; Agustín Maceda*

Laboratorio de Anatomía Vegetal, Facultad de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

* biologoagustin@hotmail.com

Introducción

La transición hacia energías renovables es prioritaria ante la dependencia de combustibles fósiles y el aumento de gases de efecto invernadero. Los bioenergéticos de segunda generación, derivados de biomasa lignocelulósica no alimentaria, constituyen una alternativa estratégica (Pérez-Pimienta et al., 2018). La familia Asparagaceae incluye especies adaptadas a ambientes áridos con metabolismo CAM y alta eficiencia hídrica (Maceda et al., 2022). Se ha demostrado que existen variaciones significativas en lignina, celulosa y hemicelulosa entre sus géneros, lo que influye en su comportamiento industrial y potencial energético (Maceda et al., 2018, 2022). El objetivo fue caracterizar la composición química y los rasgos estructurales foliares de siete especies mexicanas para evaluar su potencial como materia prima para bioenergéticos.

Materiales y métodos

Se analizaron hojas maduras de *Agave convallis*, *A. salmiana*, *A. striata*, *Dasylirion acrotrichum*, *Nolina excelsa*, *Yucca filifera* y *Y. periculosa*. El material vegetal fue secado y molido para análisis químico. Los extractivos totales se determinaron mediante extracción Soxhlet con etanol:tolueno, etanol 96% y agua caliente. Se cuantificaron lignina, celulosa y hemicelulosa mediante métodos gravimétricos estandarizados. La lignina y la celulosa purificada se analizaron por espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para estimar la relación siringilo/guayacilo (S/G) y el índice de cristalinidad. Se aplicó análisis de componentes principales (PCA) para evaluar patrones de diferenciación química entre géneros.

Resultados y discusión

Los extractivos totales variaron entre 13.4 y 24% del peso seco (Cuadro 1), lo que refleja diferencias metabólicas asociadas a cada género. Aunque los extractivos no forman parte estructural de la pared celular, pueden influir en la eficiencia de pretratamientos químicos y en el rendimiento de conversión energética (Ortíz-Méndez et al., 2017). Las especies de *Yucca* presentaron mayores contenidos de lignina (hasta 45%), mientras que *Agave* mostró valores entre 28 y 32%. Mayor lignificación puede favorecer procesos termoquímicos como combustión o pirólisis debido a su elevado contenido aromático y mayor poder calorífico.

La celulosa osciló entre 31 y 42%, con algunas especies superando 50% de celulosa cristalina, característica relevante para procesos de conversión bioquímica. El análisis multivariado indicó que lignina y hemicelulosa explicaron la mayor diferenciación entre géneros (Figura 1), en concordancia con estudios previos en tallos de Asparagaceae con aplicaciones industriales (Maceda et al., 2022). La variación observada coincide con reportes en otras suculentas adaptadas a ambientes áridos (Maceda et al., 2018).

Los resultados confirman que la biomasa foliar presenta perfiles químicos diferenciados con implicaciones directas en su uso como cultivo industrial no alimentario orientado a bioenergéticos.

Conclusiones

Las especies evaluadas presentan diferencias significativas en composición lignocelulósica. *Yucca* spp. mostraron mayor contenido de lignina, lo que sugiere aptitud para procesos

termoquímicos. *Agave* spp. presentaron mayor proporción y cristalinidad de celulosa, asociada a procesos bioquímicos. *Dasylirion* y *Nolina* mostraron perfiles intermedios. Los resultados demuestran el potencial de la biomasa foliar de Asparagaceae como recurso industrial para bioenergéticos en regiones áridas y semiáridas.

Cuadro 1. Extractivos y porcentajes de lignocelulosa de siete especies de Asparagaceae.

Especies	Extraíbles totales	Lignina	Celulosa
A. convallis	18.7 ± 0.95C	29.08 ± 1.22AB	41.09 ± 1.23C
A. salmiana	24.00 ± 0.85D	28.57 ± 0.91A	42.15 ± 0.66C
A. striata	15.60± 0.97B	32.12 ± 1.24BC	31.56 ± 0.92A
D. acotrichum	23.56 ± 0.5D	34.11 ± 1.03CD	35.06 ± 1.44B
N. excelsa	18.39 ± 1.47C	36.84 ± 0.68D	34.58 ± 1.02B
Y. filifera	15.70 ± 0.84B	45.07 ± 1.35E	31.35 ± 0.82A
Y. periculosa	13.37 ± 0.5A	42.79 ± 2.71E	33.81 ± 0.83AB

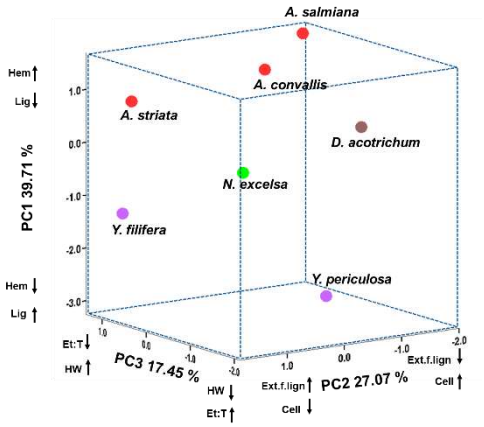


Figura 1. Gráfico tridimensional de los tres componentes principales para las hojas las siete especies de Asparagaceae.

Literatura citada

Maceda, A., Soto-Hernández, M., Peña-Valdivia, C. B., & Terrazas, T. (2018). Chemical Composition of Cacti Wood and Comparison with the Wood of Other Taxonomic Groups. *Chemistry & Biodiversity*, *15*(4), e1700574. https://doi.org/10.1002/cbdv.201700574

Maceda, A., Soto-Hernández, M., & Terrazas, T. (2022). Chemical-Anatomical Characterization of Stems of Asparagaceae Species with Potential Use for Lignocellulosic Fibers and Biofuels. *Forests*, *13*(11), 1853. https://doi.org/10.3390/F13111853

Ortíz-Méndez, O. H., Morales-Martínez, T. K., Rios-González, L. J., Rodríguez-De La Garza, J. A., Quintero, J., & Aroca, G. (2017). Bioethanol production from Agave lechuguilla biomass pretreated by autohydrolysis. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, *16*(2), 467–476.

Pérez-Pimienta, J. A., Mojica-Álvarez, R. M., Sánchez-Herrera, L. M., Mittal, A., & Sykes, R. W. (2018). Recalcitrance Assessment of the Agro-industrial Residues from Five Agave Species: Ionic Liquid Pretreatment, Saccharification and Structural Characterization. *BioEnergy Research*, *11*, 551–561. https://doi.org/10.1007/s12155-018-9920-5

FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PARA EL CULTIVO DE PLANTAS MEDICINALES EN COMUNIDADES RURALES DE GUERRERO

Judith Morales-Barrera[1*]; Blas Cruz-Lagunas[2]; Tania de Jesús Adame-Zambrano[2]

[1]Doctorado en Sostenibilidad de los Recursos Agropecuarios, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Unidad Tuxpan, Universidad Autónoma de Guerrero. Carretera Iguala-Tuxpan. Km 2.5, 40101, Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

[2]Faculdad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero.

*10091337@uagro.mx

Introducción

Las plantas medicinales representan un recurso de incalculable valor para la humanidad, no solo por su papel en la prevención y tratamiento de enfermedades, sino también por su relevancia cultural, ecológica y económica (Pergola et al., 2024). En el ámbito de la salud y el bienestar, constituyen una fuente importante de compuestos bioactivos como alcaloides, terpenos/terpenoides y compuestos fenólicos que sustentan la farmacología moderna. Al mismo tiempo, continúan siendo el principal recurso terapéutico en comunidades rurales e indígenas, donde su accesibilidad y bajo costo las convierten en una herramienta esencial para el cuidado de la salud (Ojha et al., 2020). En Guerrero existe una gran diversidad de plantas medicinales, muchas de las cuales enfrentan desafíos de cultivo y manejo sostenible debido a la falta de formación técnica. Esto limita tanto su aprovechamiento como el potencial beneficio económico y social para las comunidades. Por ello, el fortalecimiento de capacidades en el cultivo de estas especies se presenta como una estrategia para preservar conocimientos tradicionales, promover la conservación de la biodiversidad y mejorar la calidad de vida rural (Mofokeng et al., 2022; Peraza-De Aparicio et al., 2025). En este contexto, el presente proyecto se centra en la implementación de un programa de capacitación para el cultivo de plantas medicinales en comunidades rurales del estado de Guerrero, con el objetivo de fortalecer capacidades locales y promover prácticas sostenibles.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en tres localidades pertenecientes al municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero, México: Cajones, Agua Escondida y San Juan Tenería. Estas comunidades fueron seleccionadas por su interés en el cultivo de plantas medicinales y su tradición en el uso de recursos vegetales locales. Las actividades se desarrollaron en la comisaría de cada localidad, contando con el apoyo del comisario y la participación de los habitantes. Se implementó un programa de capacitación con sesiones teórico-prácticas, primero se dio la explicación teórica, utilizando diapositivas en PowerPoint y posteriormente, se llevó a cabo una actividad práctica destinada a reforzar los conocimientos adquiridos y permitir que los participantes aplicaran las técnicas aprendidas.

Resultados y discusión

Durante el desarrollo del programa de capacitación se contó con un total de 53 participantes distribuidos en las tres localidades estudiadas: Cajones (12 personas), Agua Escondida (14 personas) y San Juan Tenería (27 personas). La Figura 1 muestra la distribución de los participantes por localidad y sexo. Como se observa, la mayor participación se registró en San Juan Tenería, con predominancia de mujeres, mientras que los grupos de Cajones y Agua Escondida presentaron una distribución más equilibrada entre hombres y mujeres.

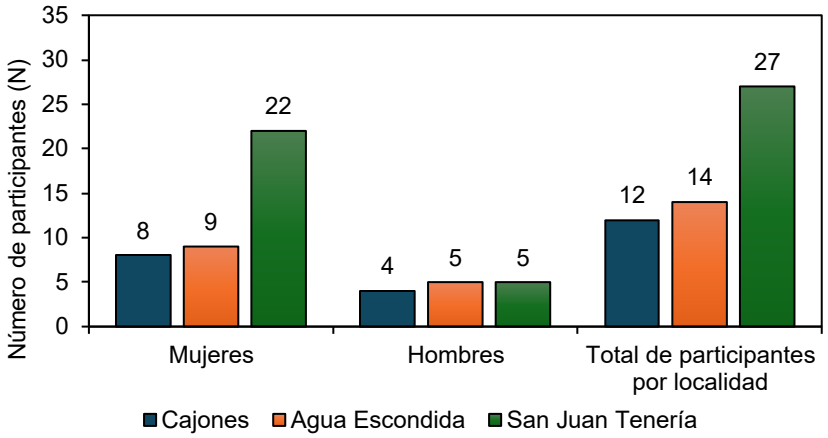


Figura 1. Distribución de participantes por localidad y sexo.

En cuanto a la distribución por edades, los participantes se encontraban dentro de los siguientes rangos: 20-30 años (4 personas), 31-40 años (9), 41-50 años (22) y 51-60 años (18). La mayor participación se observó en el grupo de 41-50 años, seguido por el grupo de 51-60 años, lo que indica un interés marcado por parte de adultos en edad laboral y con experiencia en actividades productivas y agrícolas.

Los temas que despertaron mayor interés incluyeron el uso de fertilizantes orgánicos y químicos, el manejo de plagas y enfermedades. El taller fue valorado positivamente por los asistentes, quienes lo describieron como una experiencia enriquecedora que combinó el aprendizaje técnico con el intercambio de saberes tradicionales sobre plantas medicinales.

Conclusiones

En conjunto, el taller fortaleció el diálogo entre la comunidad y los facilitadores, empoderó a los participantes con herramientas prácticas y reforzó el valor que la comunidad otorga a sus recursos vegetales locales, evidenciando que el intercambio de conocimientos puede contribuir tanto al bienestar comunitario como a la conservación de especies medicinales.

Literatura citada

Mofokeng, M. M., Du Plooy, C. P., Araya, H. T., Amoo, S. O., Mokgehle, S. N., Pofu, K. M., & Mashela, P. W. (2022). Medicinal plant cultivation for sustainable use and commercialisation of high-value crops. *South African Journal of Science*, *118*(7-8), 1-7.

Ojha, S.N., Tiwari, D., Anand, A. and Sundriyal, R.C., 2020. Ethnomedicinal knowledge of a marginal hill community of Central Himalaya: diversity, usage pattern, and conservation concerns. Journal of ethnobiology and ethnomedicine, 16(1), p.29.

Peraza-De Aparicio, C. X., Salinas-Saltos, R. R., de los Ángeles Sánchez-Cerda, A., & Mena-Alvarado, D. L. (2025). Cultivo de plantas medicinales como estrategia para la seguridad sanitaria en comunidades rurales con adultos mayores. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA. ISSN: 2600-5883.*, *8*(16), 48-64.

Pergola, M., De Falco, E., Belliggiano, A. and Ievoli, C., 2024. The most relevant socio-economic aspects of medicinal and aromatic plants through a literature review. Agriculture, 14(3), p.405.

FORMACIÓN ENDÓGENA DE PREFERENCIAS, EXTERNALIDADES ASPIRACIONALES Y TRAMPAS DE BIENESTAR: UN MODELO MICROECONÓMICO DE INFLUENCIA INFORMATIVA Y SALUD MENTAL

Rolando Javier Robledo-Arroyo

Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. División de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo

* rolandojavierrobledo@gmail.com

Introducción

La teoría microeconómica estándar supone que las preferencias son exógenas, estables y coherentes, lo que permite centrar el análisis en restricciones presupuestarias y asignación eficiente. Sin embargo, en economías contemporáneas caracterizadas por plataformas digitales, publicidad algorítmica y redes sociales, las aspiraciones individuales no pueden considerarse independientes del entorno informativo. Los individuos no solo eligen entre bienes disponibles, sino que internalizan estándares de consumo moldeados estratégicamente por mercados informativos.

Evidencia reciente documenta un deterioro sistemático de la salud mental asociado con exposición digital intensiva, particularmente en jóvenes (Twenge et al., 2020). Asimismo, se observa una relación robusta entre desigualdad y menor bienestar subjetivo incluso a ingreso constante (Clark et al., 2008). De manera paralela, Case y Deaton (2020) muestran que el malestar psicológico puede coexistir con crecimiento económico sostenido.

Desde la teoría económico-social, estos hallazgos sugieren que los mercados informativos no solo coordinan intercambios, sino que influyen en la formación de preferencias y en la evaluación del bienestar. Sin embargo, la mayor parte de la literatura modela las aspiraciones como parámetros exógenos o referencias fijas.

El objetivo del estudio es desarrollar un modelo microeconómico dinámico donde:

1. Las aspiraciones se determinan endógenamente por firmas informativas;
2. La brecha entre consumo aspirado y consumo factible afecta un stock acumulativo de salud mental;
3. Pueden surgir múltiples equilibrios;
4. Puede existir un equilibrio estable de bajo bienestar incluso con crecimiento del ingreso.

Materiales y métodos

El estudio es de carácter analítico-formal y desarrolla un modelo microeconómico dinámico cuyo objetivo es derivar condiciones estructurales para la existencia, estabilidad y multiplicidad de equilibrios. La validación del modelo se realiza mediante análisis matemático de programación dinámica y estudio de estabilidad, no mediante estimación empírica.

Se construye un modelo de agente representativo con horizonte infinito que maximiza utilidad intertemporal. Las aspiraciones dependen de una intensidad informativa estratégica *(θ)* elegida por plataformas que maximizan beneficios.

Se define la brecha aspiracional $A_t$como la diferencia entre consumo aspirado y consumo factible. La salud mental $M_t$se modela como un stock dinámico que evoluciona según:

$$M_{t+1} = f(M_t, -A_t, \varepsilon_t)$$

Cuando la brecha aspiracional supera un nivel crítico, la salud mental se deteriora de manera persistente.

El análisis emplea programación dinámica y estudio de estabilidad para identificar estados estacionarios y sus condiciones de existencia.

Resultados y discusión

1. Multiplicidad de equilibrios

El modelo muestra que, si la brecha aspiracional tiene un impacto suficientemente fuerte sobre la salud mental, pueden existir dos equilibrios estables:

- Uno con baja brecha y alta salud mental.
- Otro con alta brecha y baja salud mental.

Entre ambos existe un punto crítico inestable que funciona como umbral. Esto implica que pequeñas diferencias iniciales pueden llevar a trayectorias muy distintas de bienestar.

2. Trampa de bienestar

Bajo alta desigualdad y elevada intensidad informativa, la economía puede converger al equilibrio de bajo bienestar, aun cuando el ingreso promedio continúe creciendo. Esto ofrece una explicación teórica para la coexistencia de crecimiento económico y deterioro en indicadores de bienestar subjetivo documentada por Case y Deaton (2020).

3. Externalidad aspiracional

Las plataformas eligen una intensidad aspiracional que maximiza beneficios, pero no consideran el efecto negativo agregado sobre la salud mental. Como resultado, el equilibrio competitivo genera una brecha aspiracional mayor que la socialmente óptima. Se identifica así una externalidad aspiracional: el mercado produce estándares que deterioran bienestar sin internalizar su costo psicológico agregado.

Conclusiones

El estudio demuestra que:

1. La formación endógena de aspiraciones puede alterar la dinámica del bienestar en modelos microeconómicos.
2. La interacción entre desigualdad e intensidad informativa puede generar múltiples equilibrios.
3. Puede existir un equilibrio estable de bajo bienestar aun bajo crecimiento del ingreso.
4. El equilibrio competitivo en el mercado informativo es socialmente ineficiente debido a una externalidad aspiracional no internalizada.

La incorporación de salud mental como variable de estado modifica estructuralmente los resultados estándar de la teoría microeconómica.

Literatura citada

Case, A., & Deaton, A. (2020). *Deaths of despair and the future of capitalism*. Princeton University Press.

Clark, A. E., Frijters, P., & Shields, M. A. (2008). Relative income, happiness, and utility: An explanation for the Easterlin paradox and other puzzles. *Journal of Economic Literature, 46*(1), 95–144.

Twenge, J. M., Haidt, J., Blake, A. B., McAllister, C., Lemon, H., & LeRoy, A. (2020). Worldwide increases in adolescent loneliness. *Journal of Adolescence, 93*, 257–269.

REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA Y SISTEMÁTICA DE METODOLOGÍAS PARA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA AGRÍCOLA

Guillermo Cantero-Medina[1]*; Luis Arturo Soriano-Avendaño[¡Error! Marcador no definido.]; Jorge Aguilar-Ávila[2]; Juan Carlos [3]Elizondo-Leal

[1]Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua (IAUIA). [2]Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. [3]Facultad de Ingeniería y Ciencias (FIC). Universidad Autónoma de Tamaulipas

* al24620142@chapingo.mx

Introducción

La adopción de tecnologías innovadoras en agricultura sigue siendo limitada en unidades productivas de pequeña escala, donde factores técnicos e institucionales condicionan su implementación. La literatura sobre agricultura digital y sistemas de innovación plantea que la transferencia debe abordarse como un proceso socio-técnico basado en redes, aprendizaje y articulación territorial (Klerkx et al., 2019), y que la adopción depende de capacidades locales y marcos institucionales más allá del desempeño técnico (Addorisio et al., 2025; Rosário et al., 2022). Esta brecha es particularmente relevante en sistemas citrícolas menores a 10 ha en Tamaulipas, México. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la evolución temática y metodológica de la literatura sobre innovación y adopción tecnológica agrícola (2013–2025), mediante un análisis bibliométrico y una revisión sistematizada, para derivar una ruta metodológica integrada orientada a pequeña escala productiva.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio en dos fases complementarias. Primero, se efectuó un análisis bibliométrico en Scopus y Web of Science (2013–2025) mediante cuatro ecuaciones de búsqueda estructuradas bajo un enfoque tipo PICO, utilizando combinaciones de las palabras clave *agriculture, innovation, technology adoption, digital agriculture, precision agriculture, participatory methods, co-design e implementation*, con operadores booleanos (AND/OR). Tras la exportación de registros en formato BibTeX, la depuración de duplicados y la aplicación de criterios de inclusión —considerando únicamente artículos científicos revisados por pares publicados entre 2013 y 2025— el proceso PRISMA redujo los 397 registros iniciales a 305 estudios. El análisis se desarrolló con Bibliometrix (R), generando indicadores de producción científica anual y evolución temática. En una segunda fase se realizó una revisión sistemática (2013–2025) mediante consultas múltiples y rastreo de citaciones, consolidando 171 artículos altamente relevantes, definidos como aquellos que abordaban explícitamente procesos de adopción tecnológica, metodologías participativas o marcos de implementación de innovación en agricultura y que presentaban contribuciones empíricas o metodológicas alineadas con los objetivos del estudio; de ellos se extrajeron variables metodológicas (métodos, enfoques de implementación y participación) para caracterizar tendencias en adopción tecnológica.

Resultados y discusión

De los 397 registros iniciales se incluyeron 305 estudios. La Figura 1 muestra como la producción científica aumentó de 11 artículos en 2014 a 69 en 2022 (>500 % de incremento), evidenciando la consolidación del campo de estudio. El análisis de palabras clave mostró un crecimiento sostenido de términos como *agriculture, innovation, technology, precision y adoption* después de 2019. La evolución temática evidencia una transición desde marcos conceptuales centrados en sistemas y comunicación (2016–2019) hacia agricultura digital (*precision, adoption*; 2020–2022) y, recientemente, hacia enfoques participativos (*co-design, implementation, learning*; 2023–

2024). El subanálisis metodológico (n = 171) muestra predominio de metodologías mixtas y participativas, con creciente incorporación de co-diseño y validación en campo. Estos hallazgos sugieren una transición progresiva desde enfoques tecnocéntricos hacia marcos socio-técnicos para la adopción de innovaciones agrícolas. La integración bibliométrica y sistematizada —estructurada bajo lineamientos de revisión rigurosa (Donthu et al., 2021; Page et al., 2021)— permitió derivar una ruta de adopción en seis etapas: diagnóstico territorial, articulación de actores, co-definición, validación contextual, acompañamiento institucional y evaluación adaptativa.

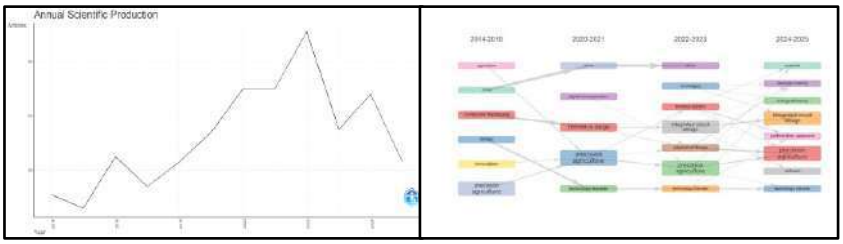


Figura 1: **Izquierda:** Producción científica anual sobre innovación y adopción tecnológica en agricultura (2014–2025); **Derecha**: Evolución temporal de los principales tópicos en innovación ecnológica agrícola.

Conclusiones

El análisis bibliométrico evidenció un crecimiento sostenido del campo de investigación sobre innovación y adopción tecnológica agrícola, acompañado de una transición desde enfoques tecnocéntricos hacia aproximaciones participativas y contextualizadas. La revisión sistemática confirmó la predominancia de metodologías participativas y procesos de validación en campo. La integración de ambos enfoques permitió estructurar una ruta metodológica de seis etapas para procesos de adopción tecnológica.

Literatura citada

Addorisio, R., Spadoni, R., & Maesano, G. (2025). Adoption of Innovative Technologies for Sustainable Agriculture: A Scoping Review of the System Domain. *Sustainability*, *17*(9), 4224. https://doi.org/10.3390/su17094224

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agricultural innovation systems. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, *90–91*, 100315. https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hrobjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Rosário, J., Madureira, L., Marques, C., & Silva, R. (2022). Understanding Farmers' Adoption of Sustainable Agriculture Innovations: A Systematic Literature Review. *Agronomy*, *12*(11), 2879. https://doi.org/10.3390/agronomy12112879

PERCEPCIÓN DE HORTICULTORES SOBRE LA ESCASEZ DE MANO DE OBRA EN LA PRODUCCIÓN BAJO INVERNADERO

Tonathiu Rescendiz-Gutierrez[1]; Roberto Rendón-Medel[1]; Oscar Daniel Barrera-Sánchez[2]; Leticia Myriam Sagarnaga-Villegas[3]; Diana América Reyna-Izaguirre[4]

[1]CIESTAAM, [3]Zootecnia/CIESTAAM/DICEA, [4]DIA. Universidad Autónoma Chapingo

[2]Agroinnova Panamá S.A., Panamá, Panamá

tonathiu.rescendiz@ciestaam.edu.mx

Introducción

Tradicionalmente la agricultura ha sido una de las actividades que más empleos genera, además de conllevar reducción de la pobreza y desarrollo económico; no obstante, conforme los países se van desarrollando su papel como empleador disminuye (Christiaensen et al., 2020). Esta estrechez del sector agropecuario junto con cambios sociales como el envejecimiento de las poblaciones, procesos migratorios o la urbanización ha derivado en una escasez de Mano de Obra Agrícola (MOA) generalizada. La escasez de MOA es un problema que se viene acrecentando en los últimos años y toma una mayor preocupación para el sector agroalimentario a nivel mundial; a la vez que se agrava el problema debido a la disminución de la participación económica del sector (Ryan, 2023). Cabe señalar que la demanda de mano de obra está dada por el ajuste estructural de las unidades de producción, avances tecnológicos y cambios en la demanda de los consumidores. Debido a todo lo anterior, se plantea la necesidad de jerarquizar las causas que originan la escasez de MOA desde la perspectiva de los productores a fin de priorizar esfuerzos posteriores.

Materiales y métodos

Se realizó un panel de expertos, seleccionados con muestreo intencional a ocho productores en invernadero. Se aplicó el Método PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Methods for Enrichment Evaluations) para una evaluación multicriterio para priorizar el complejo causal que provoca la escasez de MOA (Ishizaka & Nemery, 2013). Las causas planteadas en el instrumento de colecta se obtuvieron a través de revisión bibliográfica y comunicación directa con productores; de la misma manera, se establecieron los criterios seleccionados para el análisis. Para el análisis de los datos recabados se empleó el software Smart-Picker Pro 4.3 con lo que se ordenaron los resultados para la priorización, así como el comportamiento de los criterios de manera particular en cada causa analizada.

Se identificaron y evaluaron 18 causas potenciales de la escasez de MOA, las cuales se mencionan a continuación dejando la palabra clave que las identifica: 1) Sueldos (Insuficientes), 2) Lejanía (Distancia a la vivienda), 3) Oportunidades (De crecimiento laboral), 4) Prestaciones (Laborales), 5) Esfuerzo (Esfuerzo físico para el trabajo agrícola), 6) Ambiente (Condiciones ambientales dentro del invernadero), 7) Inestabilidad (laboral a lo largo del año), 8) Apoyos gubernamentales (Efecto), 9) Capacidades (Programas ineficientes de formación de capacidades), 10) Organización (Formas de organización laboral alternativas), 11) Inseguridad, 12) Competencia (con otras industrias demandantes de mano de obra), 13) Migración (de los trabajadores agrícolas), 14) Envejecimiento (de la población rural), 15) Percepción (negativa sobre el trabajo agrícola), 16) Malos tratos (por parte de los empleadores y/o encargados de las unidades), 17) Liderazgo (ineficiente por parte de los dueños y encargados); y 18) Riesgos laborales (por causa de caídas, intoxicaciones, entre otras).

La priorización del complejo causal de la problemática abordada se realizó con base en cinco criterios ponderados por los participantes: 1) Frecuencia, 2) Intensidad, 3) Gravedad, 4) Urgencia

y 5) Factibilidad de Solución. Cada causa fue valorada según estos criterios empleando una escala de 1 a 5 donde para el criterio 1 se considera la recurrencia de la situación, para el criterio 2 la severidad en la que se presenta, para el criterio 3 el impacto que se tiene en la escasez de la MOA, para el criterio 4 la inmediatez que requiere la atención y para el criterio 5 la viabilidad para resolver la situación evaluada.

Resultados y discusión

Con el análisis multicriterio se jerarquizaron las 18 causas evaluadas con los criterios seleccionados. Para los productores, las causas más relevantes son la competencia con otras industrias, la inestabilidad laboral (entendida como la intermitencia del empleo a lo largo del año), la migración y las pocas prestaciones (Figura 1).

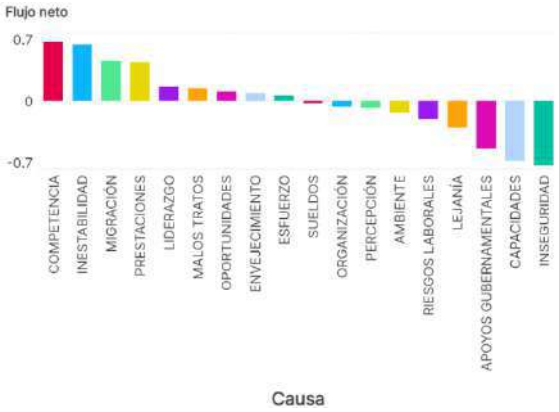


Figura 1. Priorización de causas según los encuestados del sector de Productores (2025).

Las causas identificadas coinciden con los hallazgos de Posadas-Segura (2018), donde menciona la precarización de las condiciones del trabajo agrícola, como estrategia del empleo empresarial para reducir costos. De igual manera la Organización Internacional del Trabajo señala como problemática la temporalidad e inestabilidad del trabajo agrícola, así como bajos sueldos y condiciones laborales inadecuadas (OIT, 2019)

Conclusiones

Esta perspectiva incorpora, además de factores externos, elementos de gestión interna, es decir, aspectos de carácter empresarial. El punto de vista de los productores es importante para la atención de las causas de la escasez de mano de obra agrícola, ya que son los principales afectados por esta situación y permiten orientar las acciones a futuro de manera más eficaz.

Literatura citada

Ishizaka, A. & Nemery, P. (2013). Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software. John Wiley & Sons. West Sussex, Reino Unido. 296 p.

Christiaensen, L., Rutledge, Z., & Taylor, J. E. (2020). The future of work in agriculture. Some refllections. *Policy Research Working Paper*. https://doi.org/10.1596/33704

Organización Internacional del Trabajo. (2019). Trabajo decente y productivo en la agricultura. OIT, 9 p.

Posadas-Segura, F. (2018). Mercado de trabajo de los jornaleros agrícolas en México. *Región y Sociedad*, 72. http://dx.doi.org/10.22198/rys.2018.72.a885

Ryan, M. (2023). Labour and skills. Shortages in the agro-food sector. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers (Issue 189). OECD Publishing. 39 p.

ARTICULACIÓN TERRITORIAL Y EFICIENCIA ECONÓMICA DEL TRANSPORTE DE MIEL HACIA LA CIUDAD DE MÉXICO

Reyna Azucena Luna-Olea[1*]; José Miguel Omaña-Silvestre[1]; Quintero-Ramírez Juan Manuel[1], Irving César Farrera-Vázquez[2]
[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. [2]Investigador Independiente.
* rola_862@hotmail.com

Introducción

México produce más de 57,000 t anuales de miel, actividad relevante para economías rurales con limitada diversificación productiva (Magaña Magaña et al., 2012). La producción se concentra en Yucatán, Chiapas y Jalisco, mientras que la Ciudad de México y el Estado de México presentan déficit estructural, lo que implica desplazamientos superiores a 500 km y convierte al transporte en un componente clave del margen comercial. En México, el autotransporte de carga constituye el modo predominante del transporte terrestre, movilizando aproximadamente 83.2 % del tonelaje doméstico total (Berronez-Sanz, 2020). En contraste, el ferrocarril participa con una proporción menor en el movimiento de carga, aunque su peso relativo ha variado históricamente. Aunque la carretera ofrece flexibilidad y capilaridad territorial, el ferrocarril puede generar economías de escala cuando existe volumen consolidado y continuidad en los corredores logísticos (Cruz Rodríguez, 2024). Desde la economía espacial, la eficiencia logística no depende solo de la distancia recorrida, sino de la densidad de flujo y de la organización territorial del sistema productivo (Krugman, 1991). En este contexto, el objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia económica del transporte de miel hacia la Ciudad de México considerando distintos corredores y grados de articulación productiva.

Materiales y métodos

Se desarrolló un análisis económico comparativo modelando tres corredores logísticos con capacidad de 25 t por envío: Jalisco – Ciudad de México (541 km por carretera y 580 km por ferrocarril), Yucatán – Ciudad de México (1,290 km por carretera y 1,270 km por vía ferroviaria con transbordo) y Chiapas – Ciudad de México (840 km por carretera con alternativa intermodal mediante alimentación hacia nodo ferroviario). Los costos carreteros se estimaron con un valor actualizado de 38.07 MXN por kilómetro cargado, incorporando peajes y operación estándar. Los costos ferroviarios se calcularon con base en la Tarifa Máxima de Flete Clase 10 y servicios asociados a maniobras y transbordos, considerando contenedores de 40 pies con carga útil de 25 t. El análisis contrastó dos configuraciones territoriales: una estructura atomizada con embarques individuales sin consolidación regional y mayores costos de alimentación local, y un escenario de articulación territorial con consolidación cooperativa, centros de acopio cercanos a terminales y programación mediante ventanas logísticas que permiten carga completa y mayor previsibilidad operativa. La comparación permitió identificar cómo la organización productiva modifica el desempeño económico modal.

Resultados y discusión

En el corredor Jalisco – Ciudad de México, el costo unitario del transporte carretero fue de 911.90 MXN por t, mientras que el ferroviario alcanzó 771.24 MXN por t, lo que representa una diferencia aproximada de 15.4 % a favor del ferrocarril bajo condiciones consolidadas. Esta ventaja se asocia con la continuidad territorial del corredor y la proximidad a nodos ferroviarios operativos. Sin embargo, al simular baja frecuencia de carga y mayores costos de alimentación desde zonas dispersas, la brecha se reduce, lo que indica que la competitividad depende más de la estabilidad del volumen y la coordinación logística que de la distancia recorrida (≈580 km).

En el corredor Yucatán – Ciudad de México, el transporte carretero registró un costo de 2,108.01 MXN por t, frente a 1,976.55 MXN por t en el modo ferroviario, con una diferencia de 6.2 %. Aunque el trayecto supera los 1,200 km, los costos adicionales de transbordo ferroviario, cercanos a 302.60

MXN por t, reducen el diferencial modal. Esto muestra que la longitud del recorrido no garantiza economías de escala cuando existen puntos intermedios que incrementan costos fijos.

Para el corredor Chiapas – Ciudad de México, el transporte carretero directo presentó un costo de 1,407.55 MXN por t, mientras que el esquema intermodal alcanzó 1,890.20 MXN por t, resultando 34.29 % más costoso que la alternativa carretera. Los costos de maniobra y transferencia representaron cerca del 16 % del total del envío, evidenciando que la discontinuidad ferroviaria y la alimentación previa neutralizan cualquier ventaja del modo férreo en territorios fragmentados.

En conjunto, los resultados revelan un patrón territorial consistente: en corredores con continuidad ferroviaria y mayor densidad de flujo, como Jalisco, el cambio modal puede reducir costos entre 6 % y 15 %; en corredores con nodos intermedios, como Yucatán, la ventaja se atenúa; y en corredores con fragmentación estructural, como Chiapas, la carretera mantiene predominio económico. La variable crítica no es la distancia absoluta, sino la densidad territorial del flujo y la capacidad de consolidación productiva.

La simulación indica que, si un centro de acopio consolida al menos 100 t mensuales (cuatro envíos completos), la reducción anual acumulada en el corredor Jalisco podría superar los 560,000 MXN, considerando un diferencial promedio de 140 MXN por t. Este efecto puede escalar territorialmente si se replican esquemas similares en otros estados superavitarios. En consecuencia, la eficiencia logística se vincula estrechamente con mecanismos de gobernanza económica y coordinación territorial (An et al., 2024).

Conclusiones

La eficiencia económica del transporte de miel en México está determinada por la estructura territorial de la red logística y el grado de consolidación productiva. El ferrocarril puede generar ahorros significativos en corredores con continuidad operativa, volumen estable y terminales próximas; no obstante, su viabilidad disminuye cuando existen múltiples transferencias, baja densidad de carga o fragmentación territorial que incrementa los costos de alimentación.

La mejora de la competitividad logística apícola no depende únicamente de ampliar infraestructura, sino de fortalecer esquemas cooperativos, ubicar estratégicamente centros de acopio, programar envíos consolidados y negociar contratos por volumen que reduzcan costos fijos y servicios asociados. La transición modal constituye así un desafío económico-territorial que requiere coordinación institucional y organización productiva para capturar economías de escala y mejorar la rentabilidad sectorial.

Literatura citada

An, Z., He, E., Du, X., & Sun, B. (2024). Path analysis of regional logistics and economy coordinated development: An fsQCA approach. *PLoS ONE*, *19*(2 February), 1–27. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297441

Berronez-Sanz, L. D. (2020). Road freight transport in Mexico: production and employment. *Análisis Económico*, *XXXV*(90), 147–172.

Cruz Rodríguez, I. J. (2024). The long-term outlook for rail transport of agricultural products in Mexico. *Revista de Geografía Agrícola*, *73*, 1–16. https://doi.org/10.5154/r.rga.2024.73.12

Krugman, P. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, *99*(3), 483–499.

Magaña Magaña, M. Á., Moguel Ordóñez, Y. B., Sanginés García, J. R., & Leyva Morales, C. E. (2012). Estructura e importancia de la cadena productiva y comercial de la miel en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *3*(1), 49–64.

CARACTERIZACIÓN DEL MERCADO MEXICANO DE GRANOS BÁSICOS Y SU DEPENDENCIA ALIMENTARIA (1980-2024)

Zulia Helena Caamal-Pat; José Antonio Ávila-Dorantes; Ignacio Caamal-Cauich, Héctor Ignacio Caamal-Pat

Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo

helena.caamal@gmail.com

Introducción

La base de la alimentación en México está constituida por cuatro granos básicos: maíz, trigo, frijol y arroz. En 2024 la producción total fue de 28 millones de toneladas. El maíz representó el 86.3%, seguido de trigo (9.4%), frijol (3.5%) y arroz (0.8%) (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2025). Estos granos son estratégicos para la alimentación de la población mexicana, al ser fuente de proteínas, carbohidratos, minerales y grasas. En 2023, el consumo aparente per cápita fue de 123.9 kg de maíz, 33.6 kg de trigo, 8.2 kg de arroz y 7.2 kg de frijol (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAOSTAT], 2025). La producción nacional no cubre la demanda interna. Más del 70% del trigo y el arroz consumidos provienen de importaciones; en maíz estas representan el 41% (principalmente maíz amarillo) y en frijol el 29%. La producción agrícola depende de factores económicos, tecnológicos y ambientales. En México se proyectan cambios en temperatura, precipitación y sequías (Gutiérrez, 2021). Esto forma parte del contexto en el que opera el mercado de granos básicos. El presente estudio busca caracterizar el mercado mexicano de granos básicos y evaluar su dependencia alimentaria en el periodo 1980-2024.

Materiales y métodos

Para caracterizar el mercado mexicano de granos básicos se utilizaron las variables de 1980 a 2023 de volumen de producción, importaciones, exportaciones, consumo aparente y dependencia alimentaria. La información estadística se obtuvo de las bases de datos abierta del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Se realizaron los cálculos de los valores totales, valores parciales, proporciones y tasas de crecimiento. Las formulas utilizadas fueron: VT=ΣVP, donde: Σ=suma, VT=Valor total, VP=Valor parcial; VM= ΣVM/n, donde: VM=Valor promedio y n=número total de años; TCMA={[(VF/VI)^(1/n)]-1}*100, donde: TCMA=Tasa de crecimiento media anual; CA= P+M-X, donde CA=consumo aparente, P=producción, M=importación y X=exportación; ID%=(M/CA)*100, donde ID%=Dependencia %.

Resultados y discusión

En el periodo analizado, el mercado de maíz (figura 1a) presentó una producción promedio de 20 millones de toneladas (t), con un crecimiento de 96.6% y una tasa media anual de 1.5%. Las importaciones promediaron 8 millones de t y crecieron 4.2%, mientras que las exportaciones promediaron 233 mil t, con un crecimiento de 13.3%. El consumo aparente creció 2.5%. La dependencia promedio fue de 24.6%.

En el mercado de trigo (figura 1b), la producción promedio fue de 4 millones de t, las importaciones de 3 millones de t y las exportaciones de 390 mil t. La producción disminuyó 0.1% anual. Las importaciones crecieron 3.7% y las exportaciones 0.9%. El consumo aparente creció 1.5%. La dependencia promedio fue de 42.2%, superior al 50% en el periodo de 2010-2024.

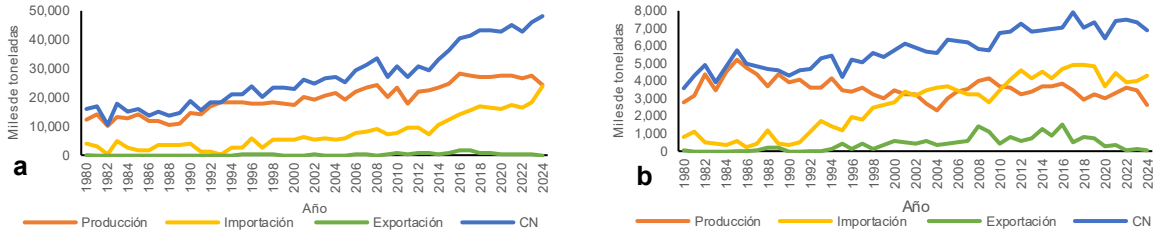


Figura 1. Mercado de maíz 1980-2024 (a), mercado de trigo 1980-2024 (b)
Fuente: Elaborado con datos de SIAP (2025) y FAO (2025).

En frijol (figura 2a), la producción, importaciones y exportaciones promediaron 1 millón de t, 144 mil t y 22 mil t, respectivamente. La producción creció 0.1%, las importaciones decrecieron 0.2% y las exportaciones aumentaron 6%. El consumo aparente decreció 0.002%. La dependencia promedio fue de 11.7%.

En el mercado de arroz (figura 2b), la producción promedio fue de 349 mil t y disminuyó 1.6% anual. Las importaciones promediaron 440 mil t y crecieron 10.9%. El consumo aparente creció 1.5%. La dependencia promedio fue de 48.4%, superior al 60% después de 2001.

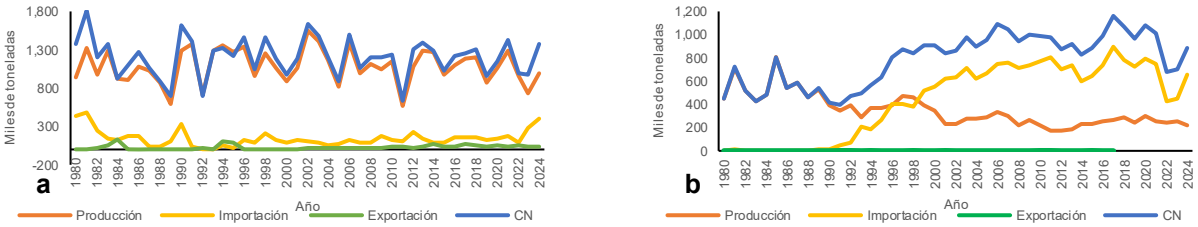


Figura 2. Mercado de frijol 1980-2024 (a), mercado de arroz 1980-2024 (b)
Fuente: Elaborado con datos de SIAP (2025) y FAO (2025).

Conclusiones

El mercado mexicano de granos básicos presenta una creciente dependencia de las importaciones, especialmente en trigo y arroz. La producción de maíz y frijol mantiene el abasto del mercado, pero las importaciones han aumentado. Lo anterior refleja la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria debido a la creciente dependencia de las importaciones y factores externos.

Literatura citada

Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V.Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D.Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon, 2021: Atlas. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1927–2058, doi:10.1017/9781009157896.021. Interactive Atlas available from http://interactive-atlas.ipcc.ch/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2025). Base de datos estadísticas. Disponible en: https://www.fao.org/faostat/es/#data

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2025). Datos Abiertos SIAP. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php

EDUCACIÓN AMBIENTAL COMUNITARIA Y GOBERNANZA FORESTAL EN EL CERRO DE XALAPASCO, IXTENCO, TLAXCALA

Norma Marina Alarcón-Rodríguez*; Mario Castelán-Lorenzo

Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo

*nalarconr@chapingo.mx

Introducción

Los bosques templados de México enfrentan disturbios crecientes que comprometen su resiliencia y los servicios ecosistémicos. Tras el incendio forestal de 2023 en el cerro Xalapasco (ejido San Juan Bautista Ixtenco, Tlaxcala), se incrementó el riesgo de infestación por el descortezador del pino *Dendroctonus mexicanus*, favorecido por estrés hídrico y densidades de arbolado debilitado (Gómez-Pineda y Ramírez, 2023). La educación ambiental comunitaria, integrada a procesos de manejo forestal, puede fortalecer la gobernanza local, el aprendizaje social y la adopción de prácticas de monitoreo y control de bajo impacto. Este trabajo documenta y evalúa la intervención participativa de educación ambiental desarrollada en 2025, orientada a la prevención y manejo integrado de plagas post-incendio y a la restauración ecológica del cerro Xalapasco, mediante el diseño e implementación de talleres sobre dinámica forestal, prevención de incendios, conservación de suelos y manejo de plagas, principalmente a los niños y adolescentes.

Materiales y métodos

Área de estudio. Cerro Xalapasco, bosque templado de pino (altitud ~2,400 m), régimen ejidal en Ixtenco, Tlaxcala. Clima templado subhúmedo. Intervención realizada en 2025 con participación de la Preparatoria Agrícola (UACh), autoridades ejidales y escuelas locales. El enfoque metodológico fue investigación-acción participativa (IAP) combinada con aprendizaje “aprender haciendo” y métodos descriptivos-evaluativos de educación ambiental (Sincair, *et al*. 2011). Se integraron recorridos diagnósticos, talleres a distintos públicos, capacitación técnica comunitaria y acciones de restauración. Se realizó un diagnóstico participativo a través de dos jornadas con transectos aleatorios para evaluar regeneración post-incendio, síntomas de la presencia de *Dendroctonus* (aserrín rojizo bajo corteza, grumos de resina, decoloración de follaje), densidad/estructura del arbolado y erosión de suelos. Registro fotográfico, notas de campo y georreferenciación con GPS de hallazgos. Se llevó a cabo una serie de intervenciones educativas a primaria, secundaria y bachillerato, además de un taller comunitario a la población general sobre servicios ecosistémicos, vulnerabilidad post-incendio, roles en gobernanza forestal, prevención de incendios, mapeo participativo y visión compartida.

Resultados y discusión

El proyecto alcanzó a 160 estudiantes de nivel secundaria y bachillerato recibiendo plática-conferencia sobre educación ambiental “En el lugar que vivo, conozco y cuido el bosque”, cifra relevante para el universo escolar del municipio. Además de ~10 pobladores capacitados en la preparación de extractos vegetales y monitoreo del descortezador. La integración de actividades en el territorio aumentó atención y entusiasmo, especialmente durante la campaña de reforestación realizada el 23 de agosto, logrando a recolocación de las plántulas de pinos locales.

Un año tras el incendio (2023), se observó regeneración incipiente heterogénea, arbolado muerto en pie y zonas con estrés hídrico y densidades que elevan la susceptibilidad a brotes de Dendroctonus. Se confirmaron síntomas de infestación (aserrín rojizo, grumos de resina), con intensidad aún no catastrófica, pero con riesgo proyectado de incremento sin control oportuno.

Cambios en conocimientos y actitudes. Docentes reportaron que estudiantes replicaron mensajes en sus familias (p. ej., prevención de incendios, identificación de “descortezadores”), elaboraron materiales gráficos y manifestaron interés por “cuidar el cerro”. Pobladores capacitados prepararon y aplicaron extractos de higuerilla en parcelas piloto, evidenciando apropiación técnica y disposición a experimentar responsablemente.

Capacidades de monitoreo comunitario. Se estableció una red incipiente de puntos de observación y trampas artesanales, con registros estandarizados y georreferenciación. Aunque las trampas artesanales son menos precisas que dispositivos con feromonas, su accesibilidad permitió comprensión práctica del monitoreo y fomentó mantenimiento local.

Los hallazgos son congruentes con evidencia de que la Intervención Acción Participativa (IAP) y el aprendizaje “aprender haciendo” fortalecen el aprendizaje social, la participación en toma de decisiones y la resiliencia socioecológica (Bielak, *et al*, 2008, Sinclair, *et al*. 2011). En contextos post-incendio, el manejo integrado de plagas requiere tácticas combinadas, monitoreo continuo y decisiones informadas; la educación diferenciada facilita construir una capacidad comunitaria distribuida y sostenida. Las estrategias de bajo costo, adaptadas al contexto, aumentan la pertinencia y apropiación, aunque con algunos problemas técnicos que deben considerarse en la interpretación de resultados y la planeación de controles más avanzados cuando se disponga de recursos, lo que coincide con lo reportado por Sánchez et. al., 2020, cuyas estrategias se enfocan en reducir los costos y sea un manejo amigable con el ambiente.

Conclusiones

La intervención de educación ambiental comunitaria, diferenciada por públicos e integrada con experiencias prácticas en campo, generó cambios verificables en conocimientos, actitudes y disposición a participar en manejo forestal post-incendio en el cerro Xalapasco.

La IAP permitió alinear contenidos educativos con problemas locales (riesgo de Dendroctonus) y convertir a pobladores en copartícipes de la generación de conocimiento y acciones de manejo, fortaleciendo la gobernanza territorial.

Las estrategias de bajo costo (trampas artesanales, extractos vegetales, materiales locales) demostraron viabilidad para contextos rurales con presupuestos limitados, favoreciendo la apropiación comunitaria y el establecimiento de capacidades de monitoreo participativo.

Literatura citada

Bielak, A. T., Campbell, A., Pope, S., & Schaefer, K. (2008). From science communication to knowledge brokering: The shift from “science push” to “policy pull”. In Science communication and sustainability: New models, new practices (pp. 201–226). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8598-7

Gómez-Pineda, E., & Ramírez, M. I. (2023). Descortezadores y cambio climático: una relación preocupante. Revista Digital Universitaria, 24(2). https://www.revista.unam.mx/2023v24n2/descortezadores_y_cambio_climatico_una_relacion_preocupante/

Sánchez-Martínez, G., Hernández, A., Reséndiz, J. F., Arriola-Padilla, V. J., & Santana-Espinoza, S. (2020). Guía técnica para el uso de semioquímicos para el monitoreo y trampeo masivo de Dendroctonus mexicanus y Dendroctonus frontalis en México. INIFAP/CONAFOR. https://cmicef.org/guia-tecnica-para-el-uso-de-semioquimicos/

Sinclair, A. J., Collins, S. A., & Spaling, H. (2011). The role of participant learning in community conservation in the Arabuko-Sokoke Forest, Kenya. Conservation and Society, 9(3), 197–209. https://doi.org/10.4103/0972-4923.86989

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y ORDENAMIENTO DE LOS 653 ACUÍFEROS ADMINISTRATIVOS DEL PAÍS

Jacqueline Ramírez-Romero[1]; *Guillermo Jesuita Pérez-Marroquín[1]; Waldo Ojeda-Bustamante[2]; Fabian Enríquez-García[1]; Sergio Iván Jiménez-Jiménez[3]

[1]Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [2]Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO. [3]INIFAP- CENID RASPA Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua- Suelo- Planta- Atmósfera.

* perez.guillermo@colpos..mx

Introducción

Los acuíferos representan un pilar estratégico para el desarrollo socioeconómico y la sustentabilidad ambiental de México; no obstante, enfrentan una creciente sobreexplotación derivada de la expansión urbana y agrícola, la presión de la demanda y limitaciones en la gobernanza hídrica. Considerando que el 39% del agua explotada en el país proviene de fuentes subterráneas (CONAGUA, 2018), este trabajo enfatiza la necesidad de analizar la disponibilidad y la presión sobre los acuíferos como base para transitar hacia una gestión hídrica más sostenible.

Materiales y métodos

La metodología consistió en integrar información hidrográfica, agrícola y climática mediante la descarga y procesamiento de bases de datos, evaluación de la disponibilidad de los acuíferos, análisis de la demanda agrícola y estudio de series históricas de precipitación y evapotranspiración. Se utilizaron archivos vectoriales de acuíferos, distritos y unidades de riego descargados del Sistema Nacional de Información del Agua (SINA-CONAGUA), así como datos de precipitación basados en CHIRPS reportados por Jiménez-Jiménez y Esquivel-Arriaga (2025) y datos de evapotranspiración actual (ETa) derivados de MODIS según Jiménez-Jiménez (2025). La cartografía base y delimitaciones oficiales de acuíferos y regiones hidrológicas administrativas provinieron del SINA y CONAGUA, con apoyo de información espacial de CONABIO. Mediante el uso de QGIS, Tableau y Excel, se procesó y analizó la disponibilidad de los 653 acuíferos reconocidos por CONAGUA entre 2003 y 2023, clasificándolos en disponibles y no disponibles, y representándolos en mapas y gráficos. El objetivo de la investigación fue identificar las regiones hidrológicas con mayor déficit, evaluar los cambios desde 2013 y 2023 y analizar tendencias históricas del uso del agua de riego.

Resultados y discusión

El análisis nacional de la disponibilidad de agua subterránea muestra que, al 2023, 114 de los 653 acuíferos de México (17.5%) presentan déficit hídrico, es decir, extracción mayor que la recarga natural. La revisión histórica 2003–2023 demuestra que, a partir de 2013, los reportes de disponibilidad se volvieron más sistemáticos y detallados, en parte como respuesta a la evaluación crítica de la Auditoría Superior de la Federación (ASF), que señaló deficiencias en la actualización de estudios, vigilancia y regulación de concesiones. El déficit hídrico no es homogéneo en el país y se concentra principalmente en tres regiones hidrológicas administrativas (RHA): Río Bravo, Lerma-Santiago-Pacífico y Cuencas Centrales del Norte. Esta situación se asocia con sequías recurrentes, menor recarga natural, alta evapotranspiración y una creciente presión por usos agrícola, urbano e industrial (Martínez, 2018).

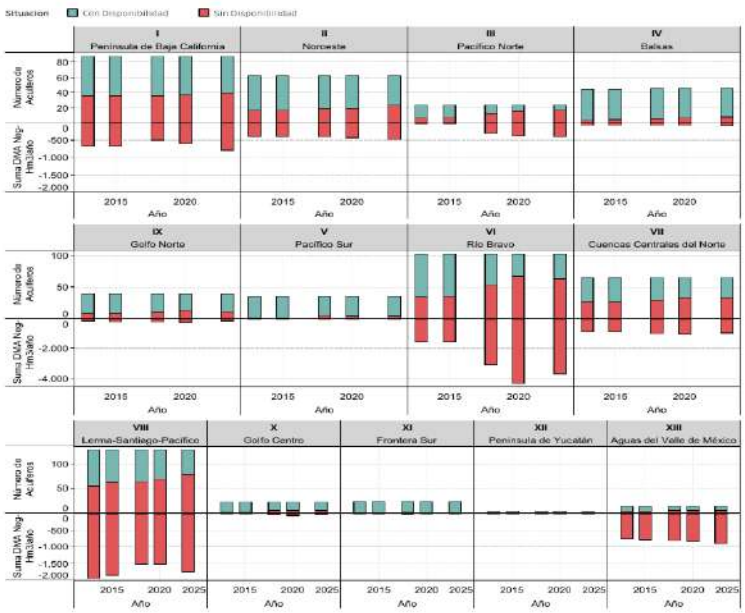


Figura 1: Numero de acuíferos con y sin déficit por región hidrológica

Conclusión

La mayor sobreexplotación de acuíferos en México se concentra en las regiones Río Bravo, Lerma-Santiago-Pacífico y Cuencas Centrales del Norte, con 157 acuíferos en esta condición, especialmente en la cuenca del Río Bravo. Este déficit está estrechamente ligado a la expansión del riego agrícola y a la disminución de la precipitación, lo que limita la recarga natural y profundiza el desequilibrio hídrico.

Literatura citada

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua.) 2018. Estadísticas del agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subdirección General de Planeación. En línea: https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/publicaciones/eam2018.pdf Consultado: 24/05/2025

Jiménez-Jiménez S. I. 2025. Annual Estimates of Actual Evapotranspiration in Mexico from MODIS MOD16A2 (2001–Present). En línea: https://zenodo.org/records/17179869 Consultado: 20/07/2025.

Jiménez-Jiménez S. I., Esquivel-Arriaga G. 2025. Annual precipitation in México using CHIRPS data. En línea: https://zenodo.org/records/16114403 Consultado: 20/07/2023.

Martínez A.P.F. (Ed.). 2018. La cuenca del río Bravo y el cambio climático (1ª ed.). Fundación Universidad de las Américas Puebla. San Andrés Cholula, Puebla, México.

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA EN CUENCA ALTA DEL RIO TEHUANTEPEC MEDIANTE REANÁLISIS CLIMÁTICO

Gerardo Colín-García[1]; Sergio Iván Jiménez-Jiménez[2]; Adolfo López-Pérez[3]; Osvaldo Galván-Cano[3]; Guillermo Jesuita Pérez-Marroquín[3]*

[1]CIRPAS — Campo Experimental Centro de Chiapas, INIFAP. [2]CENID — RASPA, INIFAP, [3]Postgrado de Hidrociencias Colegio de Posgraduados. Campus Montecillo.

*perez.guillermo@colpos.mx

Introducción

En el marco del manejo integral de los recursos hídricos, el análisis de la sequía es fundamental para garantizar la seguridad hídrica en la producción agrícola, especialmente en regiones con alta vulnerabilidad climática (Ortega-Gaucin et al., 2018). Las sequías meteorológicas se definen como fenómenos caracterizados por una reducción significativa de la precipitación durante periodos de tiempo prolongados (Zargar et al., 2011), lo que deriva en una menor disponibilidad de agua y afecta directamente la productividad de las zonas de riego. Particularmente, el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) se ha convertido en una herramienta clave para evaluar las condiciones de sequía a nivel mundial (Romero et al., 2025), ya que permite cuantificar la variabilidad de las precipitaciones respecto al promedio histórico. En este contexto, la Cuenca Alta del Río Tehuantepec (CART) es clave, ya que drena hacia la presa de almacenamiento "Presidente Benito Juárez" (PBJ). Este embalse posee un volumen útil de 957.85 hm^3 destinado principalmente al Distrito de Riego 019 (DR019), el cual abarca una superficie dominable de 43,971.33 ha en la región del Istmo de Tehuantepec. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es analizar la distribución espacial la frecuencia de los eventos de sequía meteorológica en la CART mediante datos de reanálisis climático.

Materiales y métodos

La Cuenca Alta del Río Tehuantepec (CART) se localiza al sureste del estado de Oaxaca, entre 16° 06' 44" y 17° 01' 50" LN, y 96° 40' 09" y 95° 20' 12" LO, con una superficie de 9,575.38 km^2. El clima predominante en la región se distribuye en: seco (41.55%), templado (33.95%) y cálido (24.50%). La delimitación de la zona de estudio se realizó con SWAT (Soil and Water Assessment Tool), empleando el Continuo Digital de Elevaciones V4.0 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con resolución de 15 m, lo que permitió definir 109 subcuencas. El punto de salida se estableció en la en la estación hidrométrica El Marques (16°26'49.93" LN; 95°23'50.19" LO). La precipitación diaria se obtuvo del conjunto de datos ERA5-Land a través de Google Earth Engine para el periodo del 1 de octubre de 1985 al 30 de septiembre de 2025. El análisis se realizó con base en el año hidrológico (1 de octubre–30 de septiembre), a fin de representar el ciclo completo de recuperación y abatimiento del almacenamiento en la cuenca. Con esta información se estimó la precipitación media ponderada por subcuenca y, posteriormente, el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) a una escala de 12 meses. La clasificación de las condiciones de sequía se efectuó conforme a la metodología propuesta por McKee et al. (1993) definiendo cuatro categorías según la magnitud del SPI: *Normal* (0≥SPI>-1), *Moderada* (-1.0≥SPI>-1.5), *Severa* (-1.5≥SPI>-2.00) y *Extrema* (SPI≤-2.0).

Resultados y discusión

La CART presenta una precipitación media anual de 1,362.78 mm, caracterizada por una alta variabilidad geográfica que oscila entre los 859.26 mm en la zona central y poniente, y los 2,587.94 mm en la zona suroeste. Esta variabilidad, sustentada por una desviación estándar de 527.63 mm, condiciona la respuesta hidrológica regional ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos. A partir de la evaluación de 2,262 registros, se determinó una

media de 20.75 eventos de sequía por subcuenca; bajo un periodo de análisis de 40 años, esto representa una probabilidad de ocurrencia del 51.88%, lo que estadísticamente implica un evento de sequía cada dos años. Si bien la mayoría de los periodos se clasifican como *Normales* (72.59%), poco más de la cuarta parte del tiempo la región se ve afectada por sequías activas. Al agrupar las categorías *Moderada* (18.79%), *Severa* (3.45%) y *Extrema* (5.17%), se obtiene un valor acumulado del 27.41%, lo que significa que un evento de sequía de mayor intensidad se presenta, en promedio, cada 3.65 años. Por lo cual, esta recurrencia subraya una presión constante sobre la disponibilidad de los recursos hídricos en la CART. Por otra parte, el análisis histórico del SPI permitió identificar los años con las sequías de mayor impacto y cobertura espacial en la CART. El evento más crítico se registró en 1994, año en el que la totalidad del área de estudio presentó condiciones de sequía, distribuido en un 90.52% en categoría *Extrema* y un 9.48% en *Severa*. A este le sigue en magnitud el año 2004, donde la superficie se dividió en un 11.26% *Extrema*, un 28.72% *Severa* y un 43.09% *Moderada*, quedando únicamente un 16.93% bajo condiciones *Normales*. Por su parte, el año 2002 presentó una afectación mayoritariamente *Moderada* (66.05%) y una parte *Severa* (7.08%), mientras que el 26.87% restante de la superficie se mantuvo en condiciones *Normales*. Posteriormente, en eventos más recientes, el año 2023 mostró un escenario con un 40.36% *Moderada* y un 7.08% *Severa*, con una cobertura predominante de condiciones *Normales* (52.56%). Finalmente, el año 1991 registró un equilibrio entre el déficit hídrico y la estabilidad climática, con un 53.63% *Moderada* y un 46.37% de área en condiciones *Normales*.

Conclusiones

El análisis del SPI en las subcuencas de la Cuenca Alta del Río Tehuantepec indica una probabilidad regional de ocurrencia de sequías, en intensidades de *Moderada* a *Extrema*, del 27.41%, lo que equivale estadísticamente a un evento significativo aproximadamente cada 3.65 años. Aunque predominan las condiciones de sequía normales, la recurrencia en la disminución de la precipitación representa un riesgo importante, destacando el año 1994, cuando la totalidad de la superficie presentó condiciones de *Severa* (9.48%) y *Extrema* (90.52%). La recurrencia de eventos compromete directamente los niveles de almacenamiento de la Presa Presidente Benito Juárez y, por tanto, la disponibilidad de agua para la planeación del Distrito de Riego 019 Tehuantepec. En consecuencia, resulta prioritario implementar medidas de adaptación en las subcuencas con mayor presencia de eventos de sequía para fortalecer la resiliencia regional frente a la creciente variabilidad climática.

Literatura citada

Dile, Y. T., Daggupati, P., George, C., Srinivasan, R., & Arnold, J. (2016). Introducing a new open source GIS user interface for the SWAT model. Environmental Modelling & Software, 85, 129–138. https://doi.org/10.1016/J.ENVSOFT.2016.08.004

McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17(22), 179–183.

Ortega-Gaucin, D., Bartolón, J. de la C., & Bahena, H. V. C. (2018). Drought Vulnerability Indices in Mexico. Water 2018, Vol. 10, Page 1671, 10(11), 1671. https://doi.org/10.3390/W10111671

Romero, C. :, Alfaro, D. ;, Romero, D., & Alfaro, E. J. (2025). Systematic Biases in Tropical Drought Monitoring: Rethinking SPI Application in Mesoamerica's Humid Regions. Meteorology 2025, Vol. 4, Page 18, 4(3), 18. https://doi.org/10.3390/METEOROLOGY4030018

Zargar, A., Sadiq, R., Naser, B., & Khan, F. I. (2011). A review of drought indices. Https://Doi.Org/10.1139/A11-013, 19(1), 333–349. https://doi.org/10.1139/A11-013

MEDICIÓN DE NPK DEL SUELO AGRÍCOLA CON SENSOR DE SONDA Y ARDUINO

Juan Gabriel Ochoa Bijarro[1]; César Yotuél Paleo Valera[2]; Alexa Fernanda Romero Islas[2]; Julio Torres Sandoval[1].
[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
[2]Ingeniería en Robótica. Universidad Politécnica de Texcoco.
Correo: gochoab74@gmail.com

Introducción

La textura del suelo es una característica que resalta del suelo, depende de la cantidad de material que lo conforma, arena gruesa, arena mediana o arena fina, si tiene limo o arcilla, esto influye directamente en el crecimiento de las raíces (rucks et al., 2004). Por otro lado, la humedad del suelo es el parámetro más importante para el desarrollo de la planta (castellanos, 2000). La incorporación de sensores a la agricultura ha sido fundamental para que las plantan tengan condiciones óptimas, mediante el monitoreo eficiente y eficaz de los sensores utilizados en la agricultura 4.0 (zapata & cárdenas, 2019). Los sensores más relevantes en el área agrícola son los que miden nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y ph, entre otros, estas tecnologías ayudan a tomar decisiones más acertadas en la fertilización de los cultivos (lenin et al., 2024).

Para el análisis de suelo normalmente se recolecta una muestra de suelo por parcela llevándola al laboratorio lo cual requiere tiempo y es un proceso costoso, hoy en día se usan sensores de n, p, k, que se pueden usar *in situ* con una precisión aceptable (lenin et al., 2024). Este sensor de sonda ayuda a bajar costos y tiempos en el estudio de campo. El objetivo del presente trabajo es mostrar los resultados obtenidos de la medición de npk mediante el sensor de sondas 3 en 1, utilizando un circuito electrónico con arduino comparando con los resultados de laboratorio.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del inifap, campo experimental valle de méxico, en el área de pruebas del cenema, ubicado en el km. 18.5 carretera los reyes-texcoco, en el municipio de texcoco, estado de méxico, en las coordenadas: 19.488329 n, -98.895652 w, a una altura de 2250 msnm, el municipio cuenta con una precipitación media anual de 686 mm, tiene un clima templado semi seco, una temperatura media anual de 15.9 °c. Para los ensayos se recolectaron 5 muestras de suelo en diferentes parcelas de la región y se analizaron en el laboratorio, posteriormente se realizaron mediciones con el sensor de suelo npk usando el transmisor rs485, además de otros componentes del circuito como arduino mega, microcontrolador att mega, modulo max425, modulo i2c, fuente de alimentación de 5 v. Se realizaron las mediciones haciendo un lavado de las sondas con agua oxigenada entre cada medición.

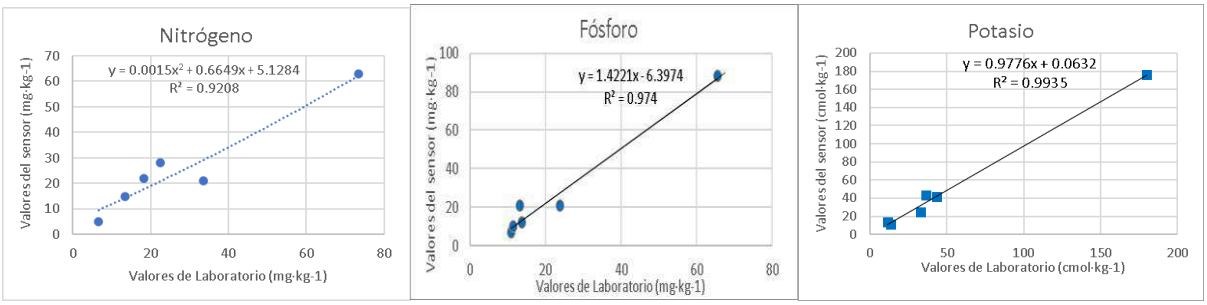
Resultados y discusión

Durante las pruebas con el sensor, se observó que hay un tiempo de respuesta de 8 segundos hasta 20 segundos para estabilizar la medición. En el cuadro 1 se muestran los resultados de las pruebas de laboratorio y del sensor de suelo NPK usando el módulo RS485, existen valores con diferencias de hasta 22 puntos en caso del fósforo y 12 puntos en el caso del nitrógeno, sin embargo, haciendo una regresión para hacer un ajuste en este error, tenemos se pueden ajustar los valores por arriba del 90%.

Cuadro 1. Resultados de laboratorio y del sensor de sonda

Nitrogeno (mg·kg^{-1})		Fósforo (mg·kg^{-1})		Potasio(cmol·kg^{-1})	
Laboratorio	Sensor	Laboratorio	Sensor	Laboratorio	Sensor
22.5	28	13.7	12	33.2	25
73.4	63	65.5	88	180	176
13.5	15	13.3	21	13.68	11
6.6	5	10.9	7	36.27	43
18.3	22	23.9	21	11.31	14
33.5	21	11.5	10	43.29	42

En la figura 1, se muestran las regresiones polinómicas de segundo grado resultantes de las pruebas realizadas obteniendo valores de R^2 de 0.9208 para nitrógeno, 0.974 para fósforo y de 0.9935 para potasio



c) b) c)

Figura 1. Valores de R^2 con función polinómica de 2do grado. a) Nitrógeno, b) Fósforo y c) Potasio

Conclusiones

El sensor para medir NPK del suelo es una buena opción, la precisión reportada en su manual es de ±2%, sin embargo, en las pruebas hay una variación hasta del 35% en nitrógeno y fósforo, por lo que se emplea un modelo de regresión para cada elemento que se debe implementar en el programa de Arduino, para su corrección al momento, es por eso que se puede obtener una precisión superior al 90%. Se deben hacer más pruebas con muestras analizadas en laboratorio.

Literatura citada

Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X., Aguilar-Santelises, A. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas.* México: Instituto de capacitación para la productividad agrícola. https://repositorio.inia.gob.pe/items/3e246861-3056-46b4-9464-f8a175f77fe3. Consultado 02 de febrero del 2026.

Lenin-Kumar, L., Srivani, M., Tabassum-Nishath, Md., Charith-Kumar, K.. (2024). Monitoring of Soil Nutrients Using Soil NPK Sensor and Arduino. DOI No.: http://doi.org/10.53550/EEC.2023.v30i01s.049. Consultado 01 de febrero del 2026.

Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., Hill, M.. (2004). Propiedades físicas del suelo. Universidad de la República: Facultad de agronomía. Montevideo, Uruguay. https://www.academia.edu/38076788/FACULTAD_DE_AGRONOM%C3%8DA_Propiedades_F%C3%ADsicas_del_Suelo. Consultado 04 de febrero del 2026.

Tavera-Zapata, K. P., Jaramillo-Cárdenas, J. D. Posada-Goez, D., Rivera-Eraz, E.. (2019). Agricultura 4.0 un camino a la continuidad de nuestro conocimiento y modelos de siembra. 2° Congreso Latinoamericano de Ingeniería. https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/210/204. Consultado 02 de febrero del 2026.

IDENTIFICACIÓN DE HONGOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE DURAZNO EN EL ESTADO DE MÉXICO

Santos Gerardo Leyva-Mir[1]; Georgina Jiménez-Arce[2]; Isabel Nativitas-Lima[1]; Moisés Camacho-Tapia[1].

[1]Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. [2]Departamento de Parasitología Agrícola, Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT).

leyvamir13@gmail.com

Introducción

El durazno (*Prunus persica* L. Batsch) es el segundo frutal de clima templado más importante del mundo, solo después de la manzana (Manganarís *et al.*, 2022). De acuerdo con los datos del SIAP (2025), Aguascalientes, Chihuahua, Sonora y Estado de México fueron los estados con mejores rendimientos a nivel nacional. Las enfermedades pueden causar una grave reducción del rendimiento y disminuir la calidad de la producción, por lo que la detección e identificación rápida y oportuna son de gran importancia (Yao *et al*., 2021). En el durazno, las enfermedades fúngicas económicamente más importantes descritas en varios países son: pudrición café (Luo *et al.,* 2022), verrucosis, tiro de munición, mildiú o cenicilla, sarna, roña o mancha negra del fruto, roya, cancros y la podredumbre de la raíz y corona (Khan *et al.,* 2021). Por lo anterior, el objetivo fue caracterizar morfológica y molecularmente hongos asociados al cultivo de durazno en Temascaltepec, Estado de México.

Materiales y métodos

A finales del mes de octubre del 2025, se realizaron muestreos en cinco huertas de durazno en Temascaltepec, Edo. de México. En todas las huertas se colectaron hojas, ramas y frutos con síntomas típicos de enfermedades. Las muestras de ramas se procesaron haciendo cortes de aproximadamente 5 mm de parte enferma y sana, los cortes se desinfestaron con hipoclorito de sodio al 1.5 % durante 1 minuto, posteriormente se enjuagaron dos veces con agua destilada estéril, las hojas se limpiaron superficialmente con alcohol al 96% y se realizó cortes directos del tejido de 1 mm de grosor aproximadamente, a los frutos con síntomas típicos de pudrición café se realizó raspados directos, y se sembraron en cajas Petri con medio de cultivo PDA. Todos los aislamientos se purificaron mediante la técnica de punta de hifa. Para la caracterización morfológica se realizaron preparaciones semipermanentes, las cuales se observaron bajo el microscopio de contraste de fases con cámara integrada (modelo DS-Ri2, Nikon ECLIPSE Ni®) a 40x y se tomaron fotografías de los conidios con el software integrado NIS-Elements F 4.60, se midió el tamaño (largo y ancho) de los conidios con el programa Motic images Plus 3.0. Para la identificación molecular se realizó la extracción de ADN con el método CTAB. La región ITS del ADN ribosomal se amplificó mediante PCR utilizando los primers ITS5 e ITS4 (White et al., 1990).

Resultados y discusión

Se muestrearon cinco huertas con tres variedades de durazno: nuevo azteca, cardenal y diamante. De las muestras de frutos se obtuvieron 45 aislamientos con crecimiento típico de *Monilinia* spp., de los cuales seis se eligieron como los representativos para la caracterización morfológica y molecular. Se observó conidios unicelulares, blásticos formados en cadenas ramificadas consistentes con *M. fructicola* (EPPO, 2020). Se obtuvieron secuencias de la región ITS del ADN ribosomal, con un tamaño aproximado de 512 pb. Las secuencias obtenidas se analizaron mediante la herramienta BLASTn del NCBI (GenBank) y se encontró 100% de similitud y cobertura con *M. fructicola.*

De los síntomas de cancros y gomosis, se obtuvieron doce aislados, de los cuales, dos se eligieron como los representativos para la caracterización morfológica y molecular. Se

encontraron conidios que inicialmente eran hialinos, luego se volvieron marrón oscuro con una superficie rugosa, elipsoidales, ápice redondeado y base subtruncada. El tamaño y la forma de los conidios de los aislamientos fueron similares a los informados para *D. seriata* por Phillips *et al.* (2013). Se obtuvieron secuencias de la región 5.8 S del RNA ribosomal, con un tamaño de 512 pb, las secuencias obtenidas fueron analizadas con la herramienta BLASTn del NCBI, se encontró 100 % de similitud con *Diplodia seriata*, lo cual coincide con la caracterización morfológica.

Además de los hongos fitopatógenos, se obtuvieron cinco colonias de color blanco a crema, similares a las levaduras, que después cambiaron a amarillo claro o marrón obscuro con la edad como lo reporta Kim (2014), típicos de *Aureobasidium* spp., las secuencias de la región ITS del ADN ribosomal, arrojo 100% de similitud y cobertura con *Aureobasidium pullulans*. De acuerdo con Prasongsuk *et al*., (2018) *A. pullans* tiene actividades antagónicas contra patógenos. Se ha reportado como agente de control biológico eficaz para el control de la pudrición café (Cignola *et al.,* 2023).

Conclusiones

Los resultados obtenidos demostraron la incidencia de enfermedades en hojas, ramas y frutos de durazno en las huertas del Estado de México. Se encontraron a los patógenos *Monilinia fructicola*, *Diplodia seriata* y *Aureobasidium pullulans*, no obstante, este último está reportado como agente de control biológico contra *Monilinia* spp. y otros patógenos.

Literatura citada

Luo, C. X., Schnabel, G., Hu, M., y De Cal, A. (2022). Global distribution and management of peach diseases. *Phytopathology Research*, *4*(1), 30.

Manganaris, G. A., Minas, I., Cirilli, M., Torres, R., Bassi, D., y Costa, G. (2022). Peach for the future: A specialty crop revisited. *Scientia Horticulturae*, *305*, 111390.

Siap. (2025). Cierre de producción agrícola 2024 por cultivo. http://www.siap.gob.mx Consulta 27 de octubre del 2023.

Khan, N.A., Bhat, Z.A., y Bhat, M.A. (2021). Diseases of Stone Fruit Crops. In: Mir, M.M., Iqbal, U., Mir, S.A. (eds) Production Technology of Stone Fruits. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8920-1_14

EPPO. (2020). PM 7/18 (3) *Monilinia fructicola*. Bulletin 50(1), 5-18. DOI: 10.1111/epp. 12609.

Cignola, R., Boato, A., Sadallah, A., Firrao, G. y Di Francesco, A. (2023). Molecular characterizaation of Aureobasidium spp. strains isolated during the cold season. A preliminary efficacy evaluation as novel potential biocontrol agents against postharvest pathogens. Eur J Plnat Pathol, 167, 221-233.

Kim, Y. K. (2014). First report of a new postharvest rot in sweet cherries caused by Aureobasidium pullulans. *Plant Disease*, *98*(3), 424-424.

Prasongsuk, S., Lotrakul, P., Ali, I., Bankeeree, W., & Punnapayak, H. (2018). The current status of Aureobasidium pullulans in biotechnology. *Folia microbiologica*, *63*(2), 129-140.

Phillips, A.J.L.; Alves, A.; Abdollahzadeh, J.; Slippers, B.; Wingfield, M.J.; Groenewald, J.Z.; Crous, P.W. (2013). The *Botryosphaeriaceae*: Genera and Species Known from Culture. *Stud. Mycol. 76*, 51–167.

ESPECIES DE *Fusarium* ASOCIADAS A PUDRICIÓN DE MAZORCA Y TALLO DE MAÍZ Y MICOTOXINAS EN MÉXICO

Lucía Cortez-Trejo[1]; Mateo Vargas-Hernández[1]; Bertha Tlapal-Bolaños[1]; Carlos Muñoz-Zavala[2]; Santos Gerardo Leyva-Mir[1]*

[1] Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. [2] International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT).

* leyvamir13@gmail.com

Introducción

El maíz (Zea mays L.) es un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria de México y particularmente relevante en la región de El Bajío, una de las principales zonas productoras del país. No obstante, la productividad y calidad del grano se ven limitadas por enfermedades causadas por especies del género *Fusarium,* las cuales no solo inducen pudrición de mazorca y tallo, sino que además producen micotoxinas de importancia para la salud humana y animal (Leslie & Summerell, 2006; Munkvold, 2017). La coexistencia de múltiples especies filogenéticamente cercanas, aunada a la similitud de síntomas en campo, dificulta el diagnóstico preciso y la evaluación del riesgo micotoxigénico (Leslie y Summerell, 2006; Zácamo-Velázquez et al., 2022). En este contexto, el objetivo del presente estudio fue diagnosticar y caracterizar integralmente la diversidad de *Fusarium* spp. asociadas al cultivo de maíz en El Bajío, México, así como evaluar su potencial patogénico y micotoxigénico bajo condiciones de campo e inoculación controlada.

Materiales y métodos

Durante los ciclos agrícolas 2023–2024 se realizaron muestreos en 14 parcelas comerciales de maíz blanco subtropical en la región del Bajío mexicano (Guanajuato, Jalisco y Michoacán), evaluándose 25 híbridos bajo manejo agronómico convencional. Se colectaron muestras de mazorca, grano, tallo y suelo rizosférico, integrándose muestras compuestas representativas por sitio. Los aislamientos de *Fusarium* spp. se obtuvieron mediante técnicas convencionales de cultivo y purificación monospórica. La identificación se realizó mediante caracterización morfológica en medios selectivos y análisis molecular de los marcadores TEF-1α y RPB2, complementados con filogenia multilocus concatenada y análisis de haplotipos, utilizando secuencias de referencia de las bases de datos *Fusarium*, conforme a criterios taxonómicos establecidos (Leslie y Summerell, 2006). La patogenicidad se evaluó mediante inoculación artificial en mazorca en etapa R1, confirmándose la relación causal mediante el reaislamiento del patógeno. La cuantificación de zearalenonas (ZEA), deoxinivalenol (DON) y fumonisinas (FUN) se realizó en muestras de campo y en mazorcas inoculadas mediante ensayos inmunocromatográficos cuantitativos. Los datos se analizaron por separado para campo e inoculación mediante modelos lineales (GLM/ANOVA), contrastes climáticos durante las etapas R1–R6 y análisis multivariado de la varianza (MANOVA) para evaluar perfiles micotoxigénicos integrados.

Resultados y discusión

Se identificaron seis especies de *Fusarium* pertenecientes a los complejos *Fusarium fujikuroi* (*F. verticillioides, F. subglutinans, F. temperatum, F. andiyazi* y *F. sudanense*) y *Fusarium graminearum (F. boothii)*, confirmando la naturaleza multiespecie de la pudrición de mazorca en la región (Leslie y Summerell, 2006; Zácamo-Velázquez *et al.,* 2022). La detección *de F. boothii* asociada a pudrición de mazorca constituye un primer reporte para el maíz en la región de El Bajío, México. La distribución de especies varió entre matrices, evidenciando que semilla, suelo y residuos vegetales actúan como reservorios de inóculo y favorecen la persistencia del patógeno

en el agroecosistema (Munkvold, 2017). Todas las especies evaluadas fueron patogénicas en mazorca.

En campo, la ocurrencia de micotoxinas mostró alta variación espacial: ZEA se asoció principalmente con la temperatura, DON con la interacción temperatura–humedad–precipitación y FUN presentó un patrón de presencia/ausencia dependiente del ambiente, en concordancia con estudios previos sobre regulación ambiental de micotoxinas (Van der Fels-Klerx *et al*., 2019; Janić Hajnal *et al*., 2023). El análisis multivariado permitió identificar perfiles micotoxigénicos diferenciados entre sitios. Bajo condiciones de inoculación, las especies difirieron significativamente en su potencial toxigénico; *F. boothii* destacó por su elevada producción de DON y ZEA, mientras que *F. sudanense* mostró una capacidad de producción de fumonisinas comparable a *F. verticillioides*, lo que amplía el espectro de especies asociadas al riesgo por fumonisinas en sistemas maiceros y confirma la dependencia especie-específica de la expresión toxigénica (Munkvold, 2017).

Conclusiones

La pudrición de mazorca en maíz en El Bajío mexicano está asociada a un complejo diverso de especies de *Fusarium* con capacidad patogénica y potencial micotoxigénico. La integración de enfoques morfológicos, moleculares, filogenéticos y toxicológicos permitió un diagnóstico robusto y evidenció que la baja detección de micotoxinas en campo no implica ausencia de riesgo, sino una expresión dependiente de la interacción especie–ambiente (Munkvold, 2017; Van der Fels-Klerx *et al*., 2019). Estos resultados aportan bases científicas para la regionalización del riesgo micotoxigénico y el fortalecimiento de estrategias de monitoreo y manejo fitosanitario en sistemas productivos de maíz.

Literatura citada

Leslie, J. F., y Summerell, B. A. (2006). The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing.

Janić Hajnal, E., Kos, J., Radić, B., Anić, M., Radović, R., Kudumija, N., Vulić, A., Đekić, S., & Pleadin, J. (2023). Impact of climate on Fusarium mycotoxins in maize. Toxins, 15(3), 186. https://doi.org/10.3390/toxins15030186

Munkvold, G. P. (2017). *Fusarium* species and their associated mycotoxins in maize. Mycotoxin Research, 33, 1–10. https://doi.org/10.1007/s12550-016-0260-8

Van der Fels-Klerx, H. J., Liu, C., & Battilani, P. (2019). Climate change impacts on mycotoxin contamination of cereals. World Mycotoxin Journal, 12, 1–12. https://doi.org/10.3920/WMJ2019.2457

Zácamo-Velázquez, N. Y., Ireta-Moreno, J., Salinas-Moreno, Y., Gómez-Rodríguez, V. M., Ramírez-Vega, H., & Martínez-Loperena, R. (2023). Variabilidad morfológica/patogénica de *Fusarium verticillioides* en la Ciénega/Chapala, México y evaluación de técnicas de inoculación. Agronomía Mesoamericana, 34(1), Artículo 49679. https://doi.org/10.15517/am.v34i1.49679

DIVERSIDAD DE HONGOS FITOPATÓGENOS Y AGENTES DE BIOCONTROL EN DURAZNO (*Prunus persica* (L.) Batch) MEXICANO

Sandra Guadalupe Cruz-Flores[1], Santos Gerardo Leyva-Mir[2], Moisés Camacho-Tapia[2], Isabel Nativitas-Lima[2].

[1]Programa de Posgrado en Ciencias en Horticultura. [2]Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo

al25510253@chapingo.mx

Introducción

El durazno (*Prunus persica* (L.) Batch) es el segundo cultivo frutal de clima templados de mayor producción en el mundo (Manganaris *et al.,* 2022). México es el onceavo lugar global con una producción superior a 265 mil toneladas en más de 34 mil hectáreas de cultivo, destacando estados como Zacatecas y Aguascalientes por su volumen de producción y rendimiento (FAOSTAT, 2023; SIAP, 2024). Sin embargo, la productividad del cultivo se ve afectada principalmente por enfermedades asociadas a hongos, llegando a disminuir hasta 30% el rendimiento internacional en la última década (Gununu *et al.*, 2019; Manganaris *et al.*, 2022). Por otro lado, los hongos considerados agentes de biocontrol se han convertido en una opción prometedora para el manejo sostenible en la agricultura (Mehra & Avanthi, 2024). Por tanto, el objetivo de esta investigación fue realizar el aislamiento e identificación morfológica y molecular de hongos patógenos y benéficos nativos de la rizosfera de huertos de durazno de los estados de Aguascalientes y Zacatecas.

Materiales y métodos

El muestreo de suelo se desarrolló durante agosto y octubre de 2025 en seis sitios ubicados en dos huertas de durazno de Aguascalientes y Zacatecas. Los sitios de muestreo en Aguascalientes se identificaron como A-1, A-2 y A-3, ubicados en las coordenadas 22°05'26" N, 102°05'55.5" W; 22°05'32" N, 102°05'57" W; y 22°05'08" N, 102°04'31" W, respectivamente. En Zacatecas, los sitios se denominaron Z-1, Z-2 y Z-3, localizados en 23°00'11.3" N, 103°28'20" W; 23°00'83" N, 103°47'13" W; y 23°00'00" N, 103°27'41" W, respectivamente. En cada sitio se realizaron dos muestreos: el primero a 1 m de la base del árbol y 20 cm de profundidad, y el segundo a 30 cm del tronco y 10 cm de profundidad. Para cada muestra se pesó 1 g de suelo y se adicionaron 10 mL de agua destilada estéril; la suspensión se agitó a 230 rpm durante 15 minutos, posteriormente se sembró una alícuota de 100µL en medio PDA. Las colonias obtenidas se purificaron mediante el método de punta de hifa en agua-agar y luego se multiplicaron en PDA. Para la identificación morfológica de cada cepa se midieron 50 conidios, mediante preparaciones semipermanentes observadas al microscopio. Para la caracterización molecular, se realizó extracción de DNA a partir del micelio obtenido en cultivo, el cual se maceró con nitrógeno líquido y se transfirió a un tubo de microcentrifuga de 1.5 mL, siguiendo el protocolo CTAB (Doyle and Doyle 1990). La región ITS fue amplificada empleando los primers ITS5/ITS4 (White *et al*., 1990), y las secuencias resultantes se verificaron en NCBI BLAST para su identificación.

Resultados y discusión

Durante el estudio se aislaron 362 cepa en total, las cuales se agruparon en 92 grupos con base en las características distintas de las colonias; de estos, 30 cepas fueron seleccionadas para identificación morfológica y molecular. Se obtuvieron secuencias de la región 5.8 S del RNA ribosomal, con un tamaño de 512 pb. Al analizarlas con la herramienta BLASTn del NCBI, se encontró 100 % de similitud con los siguientes los patógenos *Dactylonectria spp., Fusarium oxysporum, F. verticiloides, Penicillium crustasum* y *Geotrichum candidum* en Aguascalientes; *F. oxysporum, Mucor fragilis, M. irregularis* y *P. brevicompactum* en Zacatecas. También se aislaron

agentes de biocontrol, principalmente *Trichoderma spp.* (*T. asperellum, T. brevicompactum, T. harzianum* y *T. rifaii*). Otras especies con potencial benéfico fueron *Talaromyces pinophilus, Clonastachys rhizophaga, Purpureocillium lilacium, Aspergillus niger, Epicocum nigrum, Conidiobolus coronatus, Penicillium janthinellum, Humicola fuscoatra* y *Mucor circinelloides,* además de *Asperguillus calidotus* y *Lectera norwiniana* como habitantes comunes del suelo.

Conclusiones

Los suelos estudiados mostraron coexistencia de hongos patógenos y benéficos, evidenciando una microbiota diversa donde los agentes de biocontrol, como *Trichoderma*, podrían contribuir a reducir el impacto de patógenos y fortalecer el manejo del cultivo.

Literatura citada

Doyle, J. J., and Doyle, J. L. 1990. Focus 12:13

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *FAOSTAT statistical database*. FAO. https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV

Gununu, P. R., Muhuweyi, K., Obianom, P. C., & Silvakumar, D. (2019). Assessment of eleven South Africa peach cultivars for susceptibility to brown rot and blue mould. *Scientia Horticulturae*, 254, 1-6. https://doi.org/10.10.16/j.scienta.2019.04.067

Manganaris, G. A., Minas, I., Cirilli, M., Torres, R., Bassi, D., & Costa, G. (2022). Peach for the future: A specialty crop revisited. Scientia Horticulturae, 305, 111390. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111390.

Mehra, M. K., Avanthi, A. (2024). Desafíos y normativas de seguridad para el empleo de hongos en aplicaciones ambientales. En: Uppuluri, KB, Selvasembian, R. (eds.) Bioprospección de hongos multitarea para un entorno sostenible. Springer, Singapur. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4113-7_14

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Cierre agrícola*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

White, T. J., et al. 1990. Page 315 In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic Press, San Diego.

MANEJO QUÍMICO Y ORGÁNICO *in vitro* DE *Cladosporium* sp. PATÓGENO DE *Phaseolus vulgaris*

Díaz-Nájera, José Francisco [1]; Vargas-Hernández, Mateo[2]; Ayvar-Serna, Sergio[1]; Arispe-Vázquez, José Luis[3]; Apáez-Barrios, Maricela[1]

[1]Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. [2]Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Iguala de la Independencia, Guerrero

* mvargash@chapingo.mx

Introducción

La producción de frijol durante el año agrícola 2023 en México tuvo un valor de más de 16 mil millones de pesos (SIAP, 2023). Durante su producción es afectado por *Cladosporium* sp., el cual es un hongo que infecta las hojas de la planta generando manchas necróticas lo cual disminuye la capacidad fotosintética de la planta y por ende afecta la productividad de la planta (Agrios, 2005). En el marco de una agricultura sustentable, se realizó este experimento para evaluar la sensibilidad de un aislado de *Cladosporium* frente a diversas moléculas sintéticas y orgánicas con el objetivo de generar información preliminar que sirva para diseñar un manejo integrado del cultivo en el que se disminuya la aplicación de fungicidas químicos y se complementen con la aplicación de productos inocuos como lo son los extractos vegetales.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del CEP-CSAEGro. Se muestreo un cultivo de frijol establecido en Tepecoacuilco, Gro., México, que presentaba clorosis y manchas necróticas en las hojas, se obtuvo en cultivo monospórico a un hongo que fue identificado como *Cladosporium* sp. (Watanabe, 2010) y su patogenicidad fue confirmada mediante aspersión conidial en hojas de frijol (Agrios, 2005). Se probaron los siguientes tratamientos: T1= Control, T2= iodo libre (Q-2000®), T3= mancozeb (MANZATE®), T4= benomilo (PROMYL®), T5= captan (CAPTAN® ULTRA 50WP), T6= sulfato de cobre (COMET®), T7= Extracto de *Azadirachta indica* (NIMAX®) y T8= Extracto de Allium sativum (ALLIUM® LIQUIDO); los cuales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones; la unidad experimental estuvo constituida por una caja Petri de 8 cm de diámetro con 20 mL de PDA + la dosis del fungicida correspondiente. Para evaluar el efecto de los tratamientos, se midió cada 24 horas durante 7 días el diámetro de las colonias fungosas y se calculó el porcentaje de inhibición mediante la fórmula descrita por Patil *et al.* (2014). A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza de acuerdo con el diseño experimental completamente al azar con el software SAS y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey ($\propto$= 0.05).

Resultados y discusión

Se encontraron evidencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.0001$) de que el mancozeb, benomilo, captan y sulfato de cobre ejercen acción fungicida contra *Cladosporium* sp. pues no permitieron su crecimiento micelial, por otra parte, el iodo libre y el extracto de *A. indica* solo ejercieron acción fungistática contra el hongo, el extracto de *A. sativum* no controló el crecimiento del hongo. Además de los extractos vegetales también se puede hacer uso de microorganismos benéficos como *Trichoderma* spp. para el control de hongos del género *Cladosporium* spp., el efecto de estos microorganismos puede ser similar a un fungicida químico, siendo una poderosa alternativa para disminuir su uso, combinado con extractos vegetales como los empleados en esta investigación (Torres *et al.,* 2008).

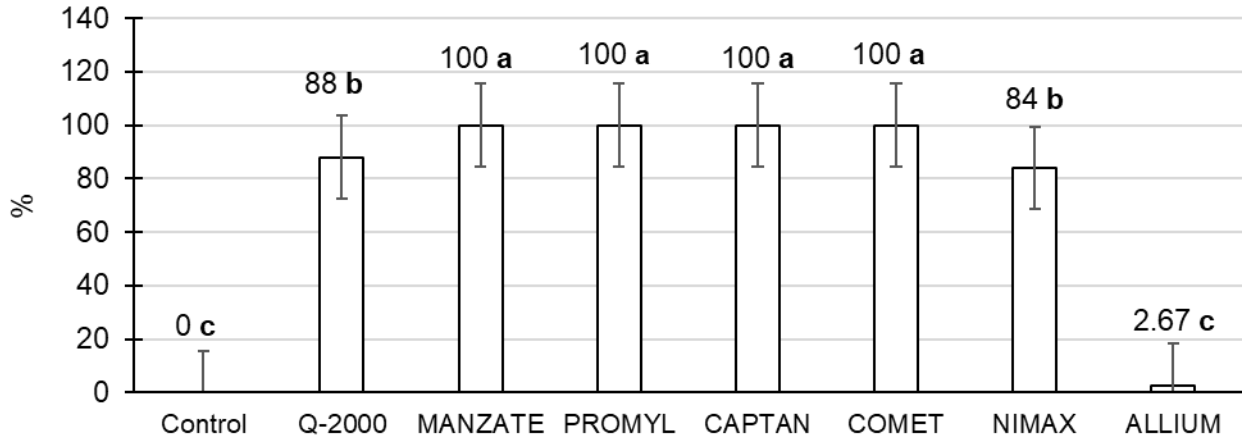


Figura 1. Porcentaje de inhibición del crecimiento miceliar de Cladosporium sp. a las 168 h de incubación en PDA envenenado con los pesticidas botánicos o químicos. Los valores de las medias encima de la barra, con las mismas letras no son estadísticamente diferentes (Tukey, α= 0.05).

Conclusiones

Cladosporium sp. es agente causal del manchado necrótico de las hojas de frijol. La cepa monospórica del hongo es patogénica en plantas sanas. Los fungicidas químicos mancozeb, benomilo, captan y sulfato de cobre ejercen acción fungicida, por su parte el iodo libre y el extracto de *A. indica* solo ejercieron acción fungistática contra el hongo, mientras que el extracto de *A. sativum* no controló el crecimiento del hongo.

Literatura citada

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA. 593 pp.

Patil, N. N.; Waghmo, M. S.; Gaikwad, P. S.; Gajbhiye, M. H.; Gunjal, A. B.; Nawani, N.; Kapadnis, B. P. 2014. Potential of *Microbispora* sp. V2 as biocontrol agent against *Sclerotium rolfsii*, the causative agent of southern blight of *Zea mays* L. (Baby corn)-in vitro studies. Indian Journal of Experimental Biology 52(1): 1147-1151.

Servicio de Información Agrícola y Pesquera. 2023. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

Torres, E.; Lannacone, J. and Gomez, H. 2008. Biocontrol del moho foliar del tomate *Cladosporium fulvum* empleando cuatro hongos antagonistas. Bragantia, Campinas. 67(1): 169-178.

Watanabe, T. 2002. Pictorial atlas of soil and seed fungi. Morphologies of cultures fungi and key to species. Second edition. CRC PRESS. Boca Ratron, Florida. USA 486 p.

ESTRATEGIA BIOLÓGICA EN POSTCOSECHA CONTRA EL MOHO VERDE EN CÍTRICOS

Gissela Mancera-Quintero; Ángela María Mogollón-Ortiz

Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta. Colombia.

Introducción

El uso de microorganismos para el control de enfermedades fúngicas se ha incrementado recientemente debido a la alta demanda de una producción más amigable con el medio ambiente y la salud humana (Vinchira-Villarraga *et al*., 2019). Los microorganismos con capacidad de biocontrol son un importante componente del manejo de *Penicillium digitatum,* agente causal del moho verde en cítricos (Soto *et al*., 2018). Las actinobacterias se destacan por su potencial antifúngico y entre estas, especies del género *Streptomyces* han inhibido el crecimiento del patógeno a nivel *in vitro* e *in vivo*, mediante mecanismos de acción como antibiosis, inducción de respuestas contra el patógeno y disminución de la incidencia de la enfermedad (Peng *et al*., 2025).

El moho verde causado por el hongo *Penicillium digitatum* es la principal problemática fitosanitaria en etapa de postcosecha de cítricos en el mundo. El objetivo de esta investigación consistió en confirmar algunos mecanismos de acción *in vitro* e *in vivo* involucrados en el control biológico de actinobacterias contra *Penicillium digitatum.*

Materiales y métodos

A nivel *in vitro* se realizaron ensayos de cultivo dual de las actinobacterias y el hongo fitopatógeno. El ensayo de cultivo dual se realizó empleando actinobacterias previamente aisladas y preservadas en medio GYM (glucosa, levadura y extracto de malta). El patógeno fue aislado de frutos de limón con síntomas típicos. Previamente se realizaron pruebas de patogenicidad con el aislamiento del patógeno. El montaje se hizo en cajas de Petri con medio PDA (Papa Dextrosa Agar), se enfrentó cada actinobacteria al hongo, ubicando ambos microorganismos en extremos opuestos, de acuerdo a la metodología de Vera Loor *et al.* (2020).

La eficacia de biocontrol *in vivo* se evaluó en frutos de Lima Ácida Tahití utilizando frutos sanos. Se utilizó la metodología de Peng *et al*. (2025) con algunas modificaciones, las evaluaciones se realizaron a las 48, 72 y 96 horas después de la inoculación.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos evidenciaron que los aislamientos 1J Casa, Carmen P y 22X presentaron actividad antifúngica frente a *Penicillium digitatum*. En el ensayo de cultivo dual, estos aislamientos redujeron el crecimiento micelial del patógeno en comparación con el testigo (Figura 1), con porcentajes de inhibición que corresponden a 54, 35 y 42%, respectivamente. Estudios previos confirman la producción de metabolitos secundarios con actividad antifúngica, por bacterias del género *Streptomyces* capaces de inhibir el crecimiento micelial de *P. digitatum* (Peng et al., 2025).

Los ensayos *in vivo* mostraron que el aislamiento Carmen P retrasó la aparición de los síntomas del patógeno en comparación con el testigo. Además, en frutos tratados con la bacteria el período de latencia se retardó 48 horas comparados con el tratamiento testigo. Adicionalmente, el área afectada por el patógeno fue menor en los frutos tratados (Figura 2). Este efecto puede atribuirse al aumento en la producción de enzimas relacionadas con la defensa, como peroxidasa, polifenoloxidasa, fenilalanina amonio liasa y enzimas líticas como la quitinasa, las cuales inhiben el crecimiento de *P. digitatum* y reducen el desarrollo de la pudrición (Peng *et al*., 2025).

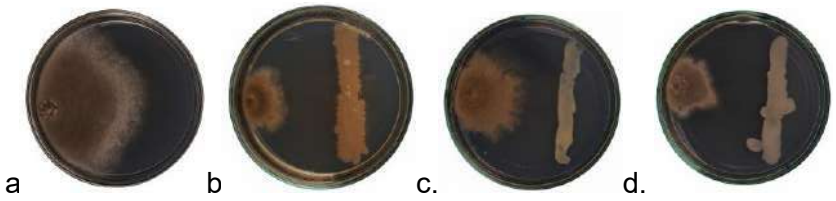


Figura 1. Ensayo *in vitro* de cultivo dual a. Testigo; b. 1J Casa; c.22x; d. Carmen P

Figura 2. Ensayo *in vivo,* frutos inoculados con actinobacterias y *P. digitatum*. **a**. Carmen P

b. 1J Casa **c.** Testigo

Conclusiones

Las actinobacterias demostraron actividad antifúngica en condiciones *in vitro* e *in vivo* contra *P. digitatum*, afectando el crecimiento micelial y aumentando el tiempo de la aparición de síntomas.

En los frutos tratados con las bacterias se aumentó el tiempo de la aparición de síntomas y periodo de latencia del patógeno.

Literatura citada

Peng, S., Duan, C., Liu, Q., Wang, Q., Dai, Y., Hao, L., & Li, K. (2025). Potencial de biocontrol de *Streptomyces* sp. N2 contra la enfermedad del moho verde y azul en naranja navel poscosecha y mecanismo de acción. *Food Microbiology*, *125*, 104658. https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104658

Soto C., F., Tramón P., C., Aqueveque M., P., & De Bruijn, J. (2018). Microorganismos antagonistas que inhiben el desarrollo de patógenos en post MICROORGANISMOS ANTAGONISTAS QUE INHIBEN EL DESARROLLO DE PATÓGENOS EN POST-cosecha de limones COSECHA DE LIMONES (*Citrus limon* L.). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, *ahead*, 0-0. https://doi.org/10.4067/s0719-38902018005000406

Vinchira-Villarraga, D. M., Moreno-Sarmiento, N., Vinchira-Villarraga, D. M., & Moreno-Sarmiento, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología*, *21*(1), 2-5. https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860

Vera Loor, M. A., Bernal Cabrera, A., Vera Coello, D., Leiva Mora, M., Rivero Aragón, A., & Vera Loor, A. E. (2020). *Antagonismo in vitro de bacterias endófitas formadoras de endosporas frente a Moniliophthora roreri*. Revista de Protección Vegetal, 35(2), 1–8. https://www.researchgate.net/publication/350446936

RESPUESTA DE LA DEFENSA HORMONAL EN TOMATE ANTE LA INTERACCIÓN MICORRIZA-INFECCIÓN VIRAL

Gerardo Pecina-Espinoza[1*]; Luis Gerardo Sarmiento-López[2]; Mona Kassem[1]; Adrien Gallou[1]

[1]Centro de Investigación en Química Aplicada. Departamento de Biociencias y Agrobiotecnología / CIQA-CECIHTI. Saltillo Coahuila. [2] Universidad Autónoma de Occidente. Unidad Regional Los Mochis-Sinaloa

gerardo.pecina.ma24@ciqa.edu.mx

Introducción

El cultivo de tomate es una de las hortalizas más importantes en el mundo no solo por su valor nutricional sino también por su impacto económico, sin embargo, es susceptible a una gran diversidad de patógenos, entre ellos el Virus Rugoso de tomate ToBRFV (genero: *Tobamovirus*) que puede causar pérdidas significativas en el rendimiento y producción del cultivo (Wang *et al.*, 2026). Por otro lado, una alternativa prometedora es el uso de Hongos Micorrícicos Arbusculares (HMA), por su capacidad de mejorar la nutrición de las plantas y promover su crecimiento y defensa, por lo cual, pueden ser utilizados como herramienta de control biológico mitigando el impacto viral mediante la inducción del mecanismo de resistencia inducida, así como, la programación anticipada del estado de alerta "Priming" (Abarca *et al.*, 2024). En este sentido, el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta defensiva de *Solanum lycopersicum* en presencia de ToBRFV y un HMA monoespecífico nativo de zonas semi-áridas del norte de México, mediante la cuantificación de la colonización, la carga viral, severidad de síntomas y la expresión de 4 genes relacionados con las principales hormonas de defensa de la planta: ácido jasmónico (AJ), ácido abscísico (ABA), ácido salicílico (AS) y etileno.

Materiales y métodos

El experimento se estableció bajo condiciones de invernadero con 120 plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* cv. Floradade), distribuidas en cuatro tratamientos: (i) plantas sin ToBRFV ni HMA (CA), (ii) con ToBRFV (CV), (iii) con HMA (CH) y (iv) con HMA y ToBRFV (HV), bajo un diseño de bloques completos al azar. La inoculación del HMA se realizó en la germinación y al trasplante, aplicando aproximadamente 12,000 esporas provenientes de 20 g de sustrato de una planta de sorgo hospedera previamente colonizada. Las plantas se cultivaron en sustrato arena:peat moss (2.5:1, v:v). El inóculo viral (ToBRFV) se obtuvo mediante homogenización de hoja infectada en tampón fosfato 0.01 M (pH 7) y se inoculó mecánicamente en la primera hoja apical del foliolo bien desarrollado en plantas de dos meses de edad. Durante 28 días después de la inoculación viral (dpiv), se registró la incidencia y severidad de síntomas mediante escala numérica. La colonización fúngica y la carga viral se cuantificó a 7, 14, 21 y 28 dpiv, y la expresión de los genes *PIN2, PR1b, ACO1 y LEA4* se analizó a 7 y 14 dpiv a partir de la extracción de ARN total. Se emplearon tres réplicas biológicas por tratamiento; cada réplica consistió en un pool de hojas apicales de dos plantas. Con 2 µg de ARN se realizó la transcripción reversa usando oligonucleótidos específicos para el ADNc viral y oligo-poliT para ARN mensajero vegetal (SensiFAST cDNA Synthesis Kit, Thermo Scientific). La PCR a tiempo real se efectuó con Maxima SYBR Green/ROX (Thermo Scientific) en un termociclador CFX96 (Bio-Rad), empleando 10 ng/µL de cDNA y tres réplicas técnicas por muestra biológica. La carga viral y la expresión de cada gen se determinaron a través de un cálculo relativo $2^{-\Delta Ct}$ y $2^{-\Delta\Delta Ct}$, respectivamente, usando como gen normalizador, el gen *SlEF1-α*. Los datos se analizaron por ANOVA con prueba de Dunnett.

Resultados y discusión

A 7 dpiv, el virus no logró manifestar síntomas, sin embargo, la cuantificación de la carga mostró acumulación en los dos tratamientos (CV y HV) sin diferencia significativa entre ellos, pero se observó una tendencia de acumulación más elevada en HV, esto indica que el virus alcanzó a multiplicarse en las hojas inoculadas y desplazarse de forma sistémica hacia las hojas apicales de todas las plantas. Sin embargo, a tiempos prolongados (14 y 28 dpiv), las plantas micorrizadas mostraron mayor susceptibilidad a la infección viral, evidenciada por una carga viral significativamente mayor, así como, mayor presencia de síntomas en comparación con CV, con un índice de severidad de 83 y 68 %, respectivamente. A 7 y 14 dpiv la expresión de los genes analizados se manifestaron de la siguiente manera: el gen *PIN2*, demostró un aumento de expresión en CH en comparación a los demás tratamientos lo que sustenta con lo reportado en la literatura (Sanmartín *et al.,* 2020), mostraron que la micorrización induce la producción de AJ, sin embargo, en la interacción HMA-virus esta expresión se redujo significativamente, lo que sugiere que el virus fue capaz de inhibir la expresión de este gen. En cambio, en los dos tiempos, la infección viral en las hojas apicales aumentó significativamente la expresión del gen *PR1b*, en comparación con las plantas CH. El aumento de este gen dependiente de AS por la infección viral fue esperado (Zhao y Li, 2021), sin embargo, en HV, el aumento fue reducido en valores intermedios entre CV y CH, lo que lleva a la conclusión que el HMA, tuvo un impacto negativo en la inducción de *PR1b*, promoviendo la susceptibilidad de la planta. El gen *ACO1*, relacionado con la biosíntesis de etileno, aumentó significativamente en los 3 tratamientos CH, CV y HV en comparación con el CA. Sin embargo, no se detectó efecto acumulativo en el tratamiento HV. En cambio, el gen *LEA4* asociado a la síntesis hormonal de ABA, demostró una reducción significativa a 7 dpiv, en las plantas inoculadas con virus (CV y HV), la intervención de ABA en la defensa es más documentada en las primeras horas de la infección (Alazem y Lin, 2017), así como su expresión antagónica con SA. Estos resultados respaldan la hipótesis de que los virus alteran el equilibrio hormonal en interacciones compatibles, lo que conduce a la inducción simultánea de algunas rutas antagónicas.

Conclusiones

El HMA nativo de zonas semi-áridas del norte de México, aumentó la susceptibilidad de la planta de tomate cv. Floradade tras la infección con el ToBRFV, promoviendo la acumulación viral en las hojas apicales y reduciendo la expresión de los genes de defensa principalmente *PR1b* y *PIN2* genes marcadores de la síntesis de AS y AJ respectivamente.

Literatura citada

Abarca, C., Fernandez Bidondo, L., *et al.,* (2024). Arbuscular mycorrhizal fungi in tomato tolerance to pathogens and nematodes: A comprehensive review. In Scientia Horticulturae (Vol. 329). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112969

Alazem, M., & Lin, N. S. (2017). Antiviral rol of abscisic acid in plants. In Frontiers in Plant Science (Vol. 8). Frontiers Media S.A. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01760

Sanmartín, N., Pastor, V., Mateu, D., Cerezo, M., Vidal-Albalat, A., Pastor-Fernández, J., Pozo, M. J., & Flors, V. (2020). Root-to-shoot signalling in mycorrhizal tomato plants upon Botrytis cinerea infection Plant Science, 298, 110595. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110595

Wang, J., Xing, S., Li, T., Zhao, P., et al., (2026). Physiological, Biochemical, and Transcriptome Analyses Reveal the Potential Role of ABA in Dufulin-Induced Tomato Resistance to ToBRFV. Horticulturae, 12(1), 60. https://doi.org/10.3390/horticulturae12010060

Zhao, S., & Li, Y. (2021). Current understanding of the interplays between host hormones and plant viral infections. In PLoS Pathogens (Vol. 17, Number 2). Public Library of Science. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PPAT.1009242

IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA MUERTE DESCENDENTE EN HIGUERA (*Ficus carica* l.) EN MÉXICO

Montserrat Monroy Martínez [1], Moisés Camacho-Tapia[2], Santos Gerardo Leyva-Mir[2], Isabel Nativitas-Lima[2].

[1]Programa de Posgrado en Ciencias en Horticultura. [2]Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.

Introducción

El higo común (*Ficus carica* L.) es perteneciente a la familia Moraceae, se considera un frutal de importancia económica global destinado tanto al consumo en fresco como seco. En la actualidad, México es uno de los principales productores de higos en el mundo. Según datos del SIAP (2024), el país cosechó más de 12,525.28 toneladas de esta fruta, siendo el estado de Morelos líder de la producción por sus climas cálidos y adecuados para el cultivo de higos, seguido de otros estados como Baja California Sur, Sonora y Veracruz. Muchas enfermedades, algunas de las cuales pueden ser bastante destructivas, afectan a la planta y al fruto del higo. Los hongos causan la mayoría de estos problemas. Las enfermedades fúngicas más importantes reportadas en las plantas de higuera incluyen la pudrición de la raíz por *Armillaria*, la endosepsis, el cancro de *Phomopsis*, la pudrición de la raíz por *Rosellinia* y las pudriciones del fruto causadas por agentes como *Aspergillus* y *Phytophthora* (Flaishman *et al*., 2022).

Materiales y métodos

Se observaron higueras con síntomas de pudrición en Ocuituco, Morelos (18°52'39" N, 98°46'28" O). Se colectaron muestras de raíz en bolsas de plástico para ser trasladadas al laboratorio de Micología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Para el aislamiento se seleccionó el tejido que presentaba síntomas de necrosis y se cortaron con una navaja fragmentos de 1 cm, con una porción de tejido dañado y tejido sano, los cuales fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 3% durante 5 minutos, transcurrido este tiempo, se enjuagaron y se secaron. Finalmente, el tejido se transfirió y distribuyó en cajas de Petri con medio de cultivo PDA. Se observó crecimiento de micelio y picnidios en las cajas. Se realizó la purificación mediante la técnica de punta de hifa. Se realizaron dos pruebas de patogenicidad. En la primera, se inoculó el sustrato de cinco plantas de higo sanas con una suspensión de $1.75x10^5$ esporas/mL, se reforzo la inoculación con palillos embebidos en el medio directamente en el sustrato de la planta. Se incluyeron dos testigos sin inocular. Todas las plantas se mantuvieron en cámara húmeda durante 35 días. En la segunda prueba, se realizaron microheridas con aguja estéril y se colocaron discos de PDA con el hongo, en hojas, frutos y segmentos de rama previamente desinfectados. A los controles se les colocó discos de PDA estéril. El material se incubó en cámaras húmedas individuales a 25 ± 2 °C con fotoperiodo de 12 h durante 4 días. Finalmente, se tomaron muestras de todos los tejidos inoculados con el fin de reaislar el patógeno y cumplir con los postulados de Koch. Para la identificación morfológica se realizaron preparaciones semipermanentes. Se extrajeron picnidios con una aguja de disección, y se depositaron sobre un portaobjetos. Posteriormente, se realizó la toma de fotografías con una cámara montada en un microscopio Leica ICC50 W (Leica Microsystems). Finalmente, se midieron 80 conidios utilizando el programa Motic Images Plus. Para la caracterización molecular se realizó extracción de DNA a partir de raspado de la caja con micelio, el cual se maceró con nitrógeno líquido y se depositó en un tubo de microcentrifuga de 1.5 mL y se siguió el protocolo CTAB (Doyle and Doyle, 1990) y se amplificó la región ITS con los primers ITS5/ITS4 (White *et al*., 1990). Las secuencias resultantes se verificaron en NCBI BLAST para su identificación.

Resultados y discusión

Los conidios producidos por los aislamientos eran inicialmente hialinos, aseptados, subovoides a elipsoide-ovoides, con ápice redondeado, base redondeada a cónica, pared gruesa y contenido granular, tornándose pigmentados con la edad, y 1-septado con estrías longitudinales. Los conidios midieron de largo 18.33 a 23.63 (20.66) µm y ancho 11 a 15.3 (12.48) µm. Las características morfológicas correspondieron a las de especies típicas de *Lasiodiplodia* descritas por Alves *et al*. (2008), Kee *et al*. (2019), Netto *et al*. (2014) y Phillips *et al*. (2013). Las pruebas de patogenicidad en planta completa produjeron síntomas típicos de tizón. A los 20 post-inoculación en la planta completa, se observó la presencia de micelio aéreo en la base de los tallos de las plantas inoculadas y a los 35 días post-inoculación, se detectó la formación de picnidios, característicos de *Lasiodiplodia*. Mientras que en los tallos, hojas y frutos inoculados se desarrollaron síntomas típicos de tizón, caracterizados por necrosis foliar progresiva y presencia de micelio blanquecino en los sitios de herida. En los frutos y segmentos de rama inoculados se observaron síntomas de pudrición blanda, acompañados también de abundante micelio blanquecino superficial sobre las zonas de inoculación. Los testigos permanecieron asintomáticos durante todo el ensayo. Se obtuvieron secuencias de la región 5.8 S del RNA ribosomal, con un tamaño de 512 pb, las secuencias obtenidas fueron analizadas con la herramienta BLASTn del NCBI, se encontró 100 % de similitud con *Lasiodiplodia theobromae* (número de acceso:MT507809), lo cual coincide con la caracterización morfológica.

Conclusión

Mediante caracterización morfológica y molecular se identificó a *Lasiodiplodia theobromae* como el agente causal de la muerte descendente en higo. La observación de estructuras fúngicas y síntomas, junto con la confirmación molecular, permitió diferenciarlo de otros patógenos, lo cual es esencial para el manejo de la enfermedad y diseñar estrategias de control específicas.

Literatura citada

Alves, A., Crous, P.W., Correia, A. & Phillips, A.J.L. 2008. Morphological and molecular data reveal cryptic speciation in *Lasiodiplodia theobromae*. *Fungal Diversity*, 28, 1–13.

Doyle ,J. J. and Doyle, J. L. 1990. Isolation of Plant DNA from Fresh Tissue. Focus,12, 13-15.

Flaishman MA, Peer R, Namdar D, Aksoy U. 2022. Fig Diseases. In: Advances in Fig Research and Sustainable Production; Flaishman MA, Aksoy U (eds.). CABI Publishing: Wallingford, UK, pp. 293–307. https://doi.org/10.1079/9781789242492.0017

Kee, Y.J., Zakaria, L. & Mohd, M.H. 2019. *Lasiodiplodia* species associated with *Sansevieria trifasciata* leaf blight in Malaysia. *Journal of General Plant Pathology*, 85, 66–71.

Netto, M.S.B., Assunção, I.P., Lima, G.S.A., Marques, M.W., Lima, W.G., Monteiro, J.H.A. et al. 2014. Species of *Lasiodiplodia* associated with papaya stem-end rot in Brazil. *Fungal Diversity*, 67, 127–141.

Phillips, A.J.L., Alves, A., Abdollahzadeh, J., Slippers, B., Wingfield, M.J., Groenewald, J.Z. et al. 2013. The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. *Studies in Mycology*, 76, 51–167.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2024. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/ (Recuperado: febrero 2026).

White, T.J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal Ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR Protocols, a Guide to Methods and Applications, 315-322.

HIBRIDOS DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) RESISTENTES AL VIRUS DEL AMARILLAMIENTO Y ENANISMO DE LAS CUCURBITACEAS CYSDV

María Aurora Avila-García[1*]; José Luis Reyes-Carrillo[1]; Pedro Cano-Ríos[1]; Alexis Gabriel Pivaral-Chavez[1], Urbano Nava-Camberos[2].
[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. [2]Facultad de Agricultura y Zootecnia – Universidad Juárez del Estado de Durango.
* avilaaurora@hotmail.com

Introducción

El Virus del Amarillamiento y Enanismo de las cucurbitáceas (CYSDV) es una de las enfermedades virales importantes en la familia Cucurbitaceae, debido a su rápida dispersión ya que se trasmite por la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) (Kumar *et al*.2023). Los rendimientos dependen de la fecha de siembra (INIFAP,2022), sistema de cultivo y la duración de la cosecha, pero se ha visto afectado mayormente en la siembra tardía por el aumento de poblaciones de mosquita blanca. En este proyecto se consideraron tres híbridos, dos con resistencia a este virus y uno susceptible, en dos fechas de siembra. Molecularmente, la resistencia implica una reducción en la acumulación de virus y la restricción su movimiento en la vasculatura (Pérez-de-Castro, *et al*. 2020; García-Cano, *et al., 2021*), por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar tres híbridos de melón, en fechas de siembra intermedia y tardía (mayo y agosto), con y sin control químico para las altas poblaciones de mosquita blanca que se presentan en estas fechas y determinar su resistencia al CYSDV.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en un predio comercial del municipio de Matamoros, Coahuila, en dos fechas de siembra (intermedia y tardía) en el ciclo agrícola 2024. Se sembraron tres híbridos de melón a campo abierto sobre camas con acolchado y riego por goteo. Siguiendo las recomendaciones del INIFAP, estableciendo tres plantas por metro lineal. La investigación evaluó seis tratamientos derivados de la combinación de dos tipos de manejo (con y sin control de plagas) y tres híbridos: Ultra jelly y Palo Verde, con resistencia al CYSDV, y Bronco, que funcionó como testigo susceptible. Se utilizó un diseño experimental con un arreglo en parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones en cada fecha de siembra, donde la parcela mayor fue el tipo de manejo y la parcela menor fueron los híbridos de melón. Durante el ciclo, se midieron variables de crecimiento y rendimiento, además de monitorear la mosca blanca y la incidencia de virosis, contabilizando y etiquetaron semanalmente las plantas con síntomas de CYSDV en la parcela experimental, indicando en cada tratamiento el porcentaje final de plantas enfermas. La inspección visual como método tradicional para diagnosticar el CYSDV por la aparición de síntomas como amarilleo y enanismo en el melón y técnicas de laboratorio como reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa (RT-PCR) fueron fundamentales para caracterizar el virus. Finalmente, se efectuarán ANOVAS, así como análisis de regresión (lineal o no lineal) para determinar el comportamiento de los híbridos en campo con las condiciones existentes, para presentar en esta ocasión la comparativa de la respuesta de estos al CYSDV.

Resultados y discusión

El híbrido susceptible (bronco) manifestó síntomas de virosis a partir de los veinte días después de la siembra tanto sin control como con control químico para mosquita blanca, ya que en ambos manejos, el vector trasmite el CYSDV de manera semipersistente, donde la eficiencia del proceso está intrínsecamente ligada a la densidad del vector, un solo individuo virulífero es capaz de transmitir el virus con una tasa de éxito aproximada del 34.16% tras un periodo de acceso a la inoculación de 48 horas (Kaur *et al*., 2020). Sin embargo, la probabilidad de infección se incrementa drásticamente conforme aumenta el número de vectores, alcanzando niveles críticos

de incidencia en campo bajo altas poblaciones de mosca blanca (Ali *et al., 2023).* Una vez adquirido, el virus persiste en el vector entre 7 y 9 días, lo que facilita su dispersión epidemiológica en zonas de producción intensiva (Wisler, *et,al.* 1998). En contraste, los híbridos con resistencia al CYSDV (palo verde y ultra jelly), no presentaron síntomas en el cultivo hasta el final del ciclo, sin llegar a superar el 40% de plantas con virosis, como se muestra en las figuras 1 y 2.

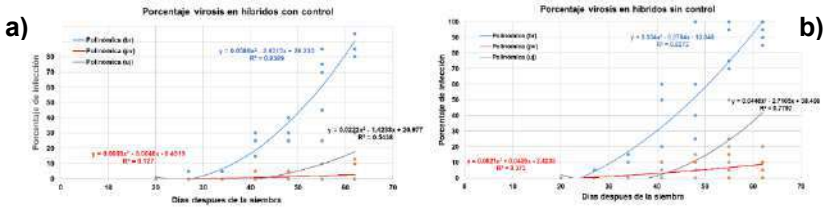


Figura 1. Primera fecha. Incidencia de virosis por híbrido expresada en días después de la siembra con dos maneios: **a)** con control v **b)** sin control. (DDS).

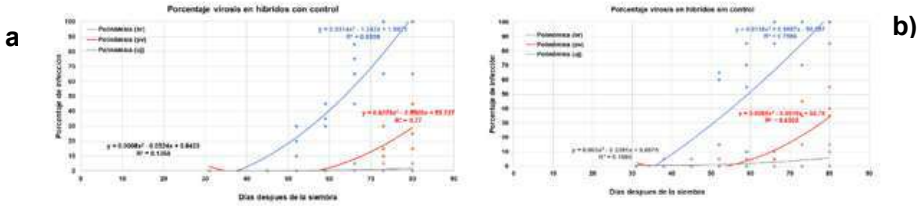


Figura 2. Segunda fecha. Incidencia de virosis por híbrido expresada en días después de la siembra con dos manejos: **a)** con control y **b)** sin control. (DDS).

Conclusiones

El uso de híbridos de melón con resistencia al CYSDV, permite a la planta desarrollar el fruto sin que muera prematuramente por afectación del virus, permitiendo la producción incluso en fechas tardías. Aun así, deben tomarse en cuenta el costo elevado de este material genético y su posible susceptibilidad a otros patógenos como el fusarium que pueden estar presentes en los suelos de la región.

Literatura citada

Ali, A.*, et al.* (2023). Whitefly-Transmitted Viruses of Cucurbits in the Southern United States. Pathogens, 12(11), 1334. Disponible en Pathogens (MDPI).

García-Cano, E., *et a*l. (2021). QTL Mapping of Cucurbit yellow stunting disorder virus Resistance in Melon Accession PI 313970.

INIFAP (2022). Siembra de melón en temporada temprana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Kaur, N., *et al*. (2020). Interplay of Cucurbit Yellow Stunting Disorder Virus With Cucurbit Chlorotic Yellows Virus and Their Vector Bemisia tabaci. Plant Disease, 104(11), 2782-2788. Disponible en APS Journals.

Kumar, R., *et al*. (2023). A Comprehensive Review on Cucurbits Yellow Stunting Disorder Virus (CYSDV). International Journal of Environment and Climate Change.

Pérez-de-Castro, A., *et al*. (2020). Melon Genome Regions Associated with TGR-1551-Derived Resistance to Cucurbit Yellow Stunting Disorder Virus. International Journal of Molecular Sciences.

Wintermantel, W. M. (2023). Cucurbit yellow stunting disorder virus. USDA ARS Publication. Disponible en el Catálogo del USDA.

Wisler GC, Duffus JE, Liu HY, Li RH. Ecología y epidemiología de los closterovirus transmitidos por la mosca blanca. Enfermedades de plantas. 1998; 82(3):270-280. https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.3.270

IDENTIFICACIÓN DE LA CHINCHE *Pseudatomoscelis* sp. Y SU FLUCTUACIÓN POBLACIONAL EN ALGODÓN CONVENCIONAL EN LA COMARCA LAGUNERA

Jorge Maltos-Buendía[1]; America Guadalupe Tapia-Romero[2]; Ivan Franco-Gaytán[1]; Steven Ávila-Jara[3]; Alfredo Daniel Rivera-Zamarripa[2]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Universidad Politécnica de la Región Laguna; Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango.

maltos.jorge@inifap.gob.mx

Introducción

El cultivo del algodonero es atacado por un complejo de chinches, entre las que destaca la chinche conocida como pulguita verde, *Pseudatomoscelis* sp., reconocida por su capacidad de causar daños directos en la planta como la pérdida de fructificaciones y en la calidad de la fibra. En México y Estados Unidos, esta plaga ocasiona lesiones en las hojas al alimentarse de los tejidos, lo que provoca clorosis, necrosis y, en casos severos, una disminución significativa en la producción. Reinhard (1926) proporcionó descripciones morfológicas detalladas de los adultos de *Pseudatomoscelis seriatus*. A pesar de su importancia económica, en la Comarca Lagunera no existen reportes documentados sobre la presencia ni fluctuación poblacional de *Pseudatomoscelis* sp. en algodón convencional. Esta falta de estudios locales limitan el conocimiento sobre su incidencia y riesgo potencial en la región, lo cual, limita el conocimiento para su manejo. Por ello, la identificación de *Pseudatomoscelis* sp. y el estudio de su fluctuación poblacional en algodón convencional en la Comarca Lagunera son necesarios.

Materiales y métodos

En el Campo Experimental La Laguna se estableció una parcela de algodón convencional de 0.1 ha donde se realizaron monitoreos semanales de *Pseudatomoscelis*. El monitoreo consistió en realizar 100 golpes de red de manera semanal, utilizando el método de “cinco de oros”, el cual, consistió en realizar 20 golpes de red de manera consecutiva en cada sitio de muestreo (uno por cada esquina y otro en el centro de la parcela experimental); los redeos comprendieron el periodo desde el inicio de la floración hasta la apertura de capullos (66 a 116 días después de la siembra). Para el monitoreo de *Pseudatomoscelis*, se utilizó una red estándar de golpeo, el contenido de los redeos se colocólos en bolsas de papel canela de 2 kg, posteriormente se llevaron a refrigeración para su conteo e identificación. La identificación de los ejemplares se llevó a cabo en el laboratorio del INIFAP; se utilizaron claves dicotómicas (Henry 1991) y un estereoscopio electrónico. Con la información obtenida, se elaboró una gráfica sobre la incidencia de esta plaga en algodón convencional.

Resultados y discusión

Se identificaron los ejemplares capturados con la red mediante ayudas visuales (Bug guide) y claves dicotómicas (Henry 1991), resultando en la especie *Pseudatomoscelis seriatus*.

Durante el periodo de muestreo, la población de *P. seriatus* fue baja (Figura 1), con un pico de población en julio, el cual, no rebasó el umbral económico que manejan en Texas, E.U.A. de 10 – 30 insectos por 100 plantas (Texas A&M 2025). Este nivel de población difiere con lo reportado en Tamaulipas, donde la población es alta, debido probablemente a que los predios de algodón estan rodeados de plantas hospederas secundarias que le permiten a la plaga disponer de alimento constante (Terán et al. 2016).

Los daños ocasionados por esta plaga no fueron cuantificados en este estudio debido a que son difíciles de detectar, además de que pueden confundirse con los daños ocasionados por otras chinches de especies diferentes como la chinche lygus.

El porcentaje de daño acumulado, incluyendo los ocasionados en conjunto con otras especies, alcanzaron el 60% de bellotas medianas dañadas.

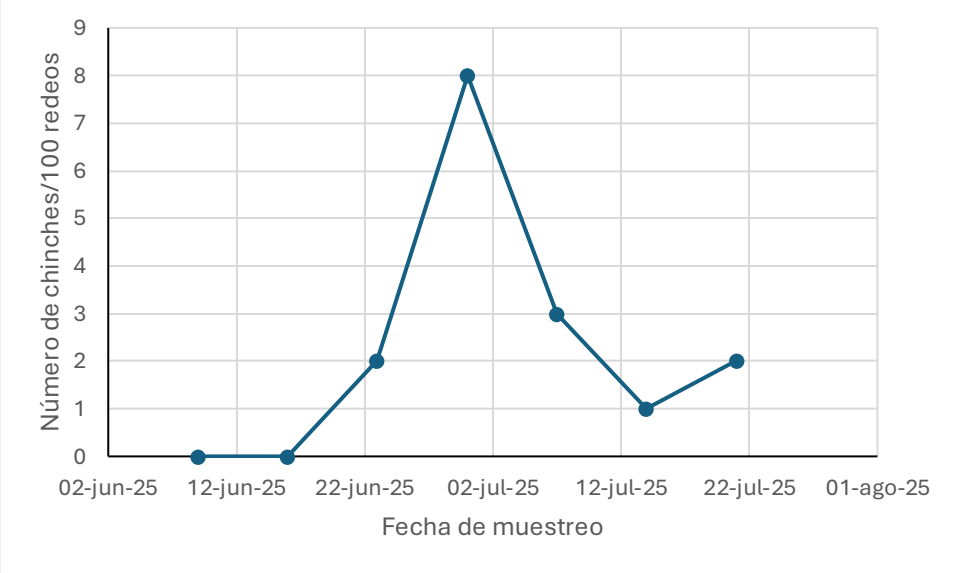


Figura 1. Fluctuación poblacional de *Pseudatomoscelis seriatus* en algodón convencional.

Conclusiones

Los monitoreos realizados durante el ciclo del cultivo permitieron conocer la fluctuación poblacional de *P. seriatus*, mostrando un nivel de población por debajo del umbral económico, por lo que no representó un riesgo significativo para el algodón y no fue necesario realizar aplicaciones de insecticida para su control.

Literatura citada

Bug guide. Iowa State University. (12 de noviembre de 2025). https://www.bugguide.net/node/view/2023601

Henry, T. J. (1991). Revision of Keltonia and the cotton fleahopper genus *Pseudatomoscelis*, with the description of a new genus and an analysis of their relationships (Heteroptera: Miridae: Phylinae). Journal of the New York Entomological Society, 351-404.

Reinhard, H. J. (1926). The cotton flea hopper (No. 339). Texas Agricultural and Mechanical College System.

Terán, H. R., Retana, A., Pescador, A. R. (2016). Plagas del algodón en el Noreste de

México y su relación con factores climáticos y de manejo.

Texas A&M AgriLife Extension Service. (8 de noviembre de 2025). Cotton Fleahopper. https://cottonbugs.tamu.edu/fruit-feeding-pests/cotton-fleahopper/

POLÍTICAS PÚBLICAS EN LA CARACTERIZACIÓN Y REGISTRO DE VARIEDADES VEGETALES NATIVAS EN MÉXICO

Jessica Ramírez-Vázquez[1]*; Leticia Rojas-Sandoval[1]; Oscar Javier Ayala-Garay[1]; Imelda Romero-Cervantes[1] y Oneyda Oyorzabal-Marquez[2]

[1]Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo. [2]Universidad Autónoma Chapingo. Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua.

* ramirez.jessica@colpos.mx

Introducción

La agricultura tradicional representa una proporción significativa de las unidades de producción en México. Una de sus principales características es el uso de variedades nativas, las cuales constituyen un patrimonio biocultural fundamental para la soberanía alimentaria y la conservación de la biodiversidad agrícola. Sin embargo, la falta de esquemas de conservación, sistemas locales de semillas y programas de mejoramiento participativo limita su aprovechamiento y reconocimiento formal. Aunque México cuenta con instrumentos legales para el registro y la protección de variedades vegetales, persisten barreras de tipo técnico, económico y cultural que restringen el acceso de los agricultores locales e indígenas a estos procesos, dificultando el reconocimiento, protección y aprovechamiento de sus variedades nativas dentro del marco institucional. Por lo anterior, el objetivo de este estudio es identificar las políticas públicas en México que impulsan la caracterización y el registro de variedades vegetales nativas, así como analizar los principales avances y limitaciones en su implementación.

Materiales y métodos

Se empleó un enfoque de investigación cualitativa basado en un análisis documental y normativo: Recopilación normativa y oficial: Se localizaron y seleccionaron los instrumentos legales vigentes en el Diario Oficial de la Federación, específicamente la Ley Federal de Variedades Vegetales y la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas.

Consulta de bases de datos institucionales: Se revisaron los registros actualizados del Catálogo Nacional de Variedades Vegetales y los reportes operativos del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) correspondientes al periodo 2023-2025. Asimismo, se analizaron los lineamientos estratégicos del Programa Nacional de Semillas (PNS) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. La información recolectada fue sistematizada mediante análisis de contenido, permitiendo contrastar las políticas públicas declaradas frente a las métricas reales de registro y caracterización de variedades nativas reportadas por las instituciones.

Resultados y discusión

El SNICS (2024) define a una variedad nativa como un grupo de plantas o poblaciones de origen mexicano cultivadas por agricultores o comunidades rurales que se encuentran en constante diversificación. A nivel nacional, aunque no existe una ley específica para variedades nativas, éstas se ven influenciadas por distintos instrumentos normativos:

Ley Federal de Variedades Vegetales (LFVV) DOF (1996): Establece los requisitos legales para que una variedad vegetal pueda ser registrada (novedad, distinción, estabilidad y homogeneidad), criterios que en muchos casos resultan restrictivos para las variedades nativas debido a su variabilidad genética.

Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) DOF (2018): Regula la producción, certificación y comercialización de semillas, exigiendo el registro de las

variedades que se deseen producir o comercializar. No obstante, su aplicación ha sido limitada en los sistemas tradicionales de producción.

Leyes y tratados internacionales de propiedad intelectual: México ha adoptado compromisos derivados de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), lo que fortalece la protección de variedades mejoradas, pero no necesariamente facilita el registro de las nativas.

Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV): Administrado por el SNICS, es el registro oficial de variedades vegetales cuyas características han sido descritas conforme a guías técnicas.

Programa Nacional de Semillas (PNS): Este instrumento establece las políticas, objetivos, metas y estrategias para impulsar la caracterización y registro de variedades nativas, promoviendo su protección y la participación de instituciones públicas de investigación (SADER, 2020).

Como resultado de estas políticas, en 2024 se publicó la Guía para la descripción de variedades nativas de maíz (*Zea mays* L.) (SNICS, 2024) y se propuso la actualización del formato de inscripción en el CNVV, incorporando un apartado específico para variedades nativas (Avance y resultados PNS 2023–2024). Actualmente, el CNVV cuenta con 13 registros de variedades nativas realizados entre 2024 y 2025, de los cuales 10 corresponden al género *Tagetes* y tres a maíz. La mayoría fueron registrados por personas físicas; sin embargo, destacan la variedad de maíz Ék ju úb, registrada por el INIFAP, y la AN-40-Chimbombo, con número provisional, registrada por la UAAAN.

Conclusiones

Si bien la LFPCCS incluye disposiciones relacionadas con la política del sector, la implementación tardía de programas como el PNS, dirigidos a la caracterización y registro de variedades nativas, ha mantenido en desventaja a los productores de las regiones más pobres del país, quienes son los principales custodios de estos recursos genéticos. Aunque se han logrado avances importantes, como la elaboración de guías técnicas y la apertura del CNVV a variedades nativas, el número de registros sigue siendo limitado, 13 registros son un número extremadamente bajo comparado con los miles de variedades nativas existentes. Por ello, resulta indispensable fortalecer la participación de las instituciones públicas de investigación y de las comunidades agrícolas en los procesos de caracterización, registro y certificación, con el fin de promover la conservación, reconocimiento y aprovechamiento sostenible de la diversidad vegetal nativa de México.

Literatura citada

Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas [LFPCCS]. (2018). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPCCS_110518.pdf

Ley Federal de Variedades Vegetales [LFVV]. (1996). Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFVV.pdf

SADER. (2020). *Programa Nacional de Semillas 2020-2024*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/616553/PROGRAMA_Nacional_de_Semillas_2020-2024baja.pdf

SNICS. (2024). *Guía para la descripción de variedades nativas*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/891830/Gui_a_Mai_z_Nativo-2024_FINAL.pdf

ENFOQUES MORFOLÓGICOS Y MOLECULARES REVELAN EL PRIMER REGISTRO DE *Sepultariella semiinmersa* EN MÉXICO

Rosario Ramírez-Mendoza[1*]; Magdalena Martínez-Reyes[1]; Jesús Pérez-Moreno[1]

[1]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km 36.5 de la Carretera México-Texcoco, en Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230.

* mariadelrosario.ramirez23@gmail.com

Introducción

El género *Septurariella* Van Vooren, U. Lindemann & Healy, pertenece a la familia Pyronemataceae, la más grande y heterogénea de Pezizales con amplia distribución; los miembros de la familia son altamente diversos en morfología y ecología. La mayoría de los taxones dentro de la familia se han considerado tradicionalmente especies saprotróficas, ectomicorrízicas, briosimbióticas y parásitas, que se encuentran en una amplia gama de hábitats (Hansen et al., 2013). La mayoría de las descripciones de *Sepultariella semiimmersa* en el continente europeo se han realizado en base a sus características morfológicas (Uzun et al., 2018), datos moleculares (Van Vooren et al., 2017), y a la fecha existe un solo reporte basado en características morfológicas y moleculares (Acar et al., 2024). El presente estudio tiene como objetivo ampliar la distribución geográfica de *S. semiimmersa,* describir un nuevo registro para México y una nueva especie hospedante. Este estudio proporciona tanto descripciones morfológicas detalladas como análisis molecular.

Materiales y métodos

Los ascomas se recolectaron en el Monte Tláloc, municipio de Texcoco, estado de México. Se recolectaron durante el invierno, entre diciembre 2024 y enero de 2025. La descripción morfológica y las fotografías se basan en especímenes silvestres. Se recolectaron muestras de raíces del suelo donde se encontraban los cuerpos fructíferos. Posteriormente, se lavaron cuidadosamente con agua corriente para eliminar el sustrato. Tres muestras de ápices de raíz se colocaron en un tubo de microcentrífuga de 1,5 mL y se almacenaron a -20 °C para la extracción de ADN. El ADN se obtuvo de 50 a 100 mg de muestras de hongos y micorrizas. El ADN genómico se extrajo mediante el método CTAB. Para explorar las relaciones filogenéticas del nuevo registro de *Sepultariella*, se realizó un alineamiento basado en el muestreo taxonómico empleado por Van Vooren et al., (2019) y Acar et al., (2024). Los datos se analizaron utilizando máxima parsimonia (MP), máxima verosimilitud (ML) e inferencia bayesiana (BI).

Resultados y discusión

Los análisis filogenéticos de la ITS tienen una longitud de 646 pb, incluyendo 374 sitios variables y 262 sitios informativos de parsimonia. La matriz nLSU tiene una longitud de 846 pb, incluyendo 128 sitios variables y 83 sitios informativos de parsimonia (Figura 1). Las micorrizas tuvieron forma monopodial, no ramificadas, rectas a ligeramente sinuosas, de color café oscuro con una longitud que varió de 1.5 a 2.5 mm. Los ápices fueron cilíndricos, ligeramente inflados, de color café claro, con hifas transparentes o de color café claro. Sin rizomorfos, manto muy delgado y transparente, por lo que el color fue determinado por las células de la superficie de la raíz. El corte transversal reveló que en el espacio intercelular se formó la estructura característica conocida como red de Hartig, se observaron hifas intracelulares presentes. El análisis con el microscopio electrónico de barrido permitió observar hifas que forman un manto delgado. Los bosques de coníferas albergan una diversidad significativa de micobiontes pertenecientes al orden Pezizales, el cual comprende varias familias. Entre ellas, Pyronemataceae incluye géneros como *Geopora, Humaria* y *Wilcoxina*. Dependiendo de la identidad del hongo y de las modificaciones estructurales que ocurren durante el establecimiento de la asociación simbiótica, estos hongos pueden formar distintos tipos de micorrizas. En el presente estudio, mediante la integración de caracteres macro

y micromorfológicos, así como de información molecular obtenida tanto del ascoma como del morfotipo ectomicorrícico, se confirma que *S. semiinmersa* establece una relación ectendomicorrícica con *Pinus ayacahuite*.

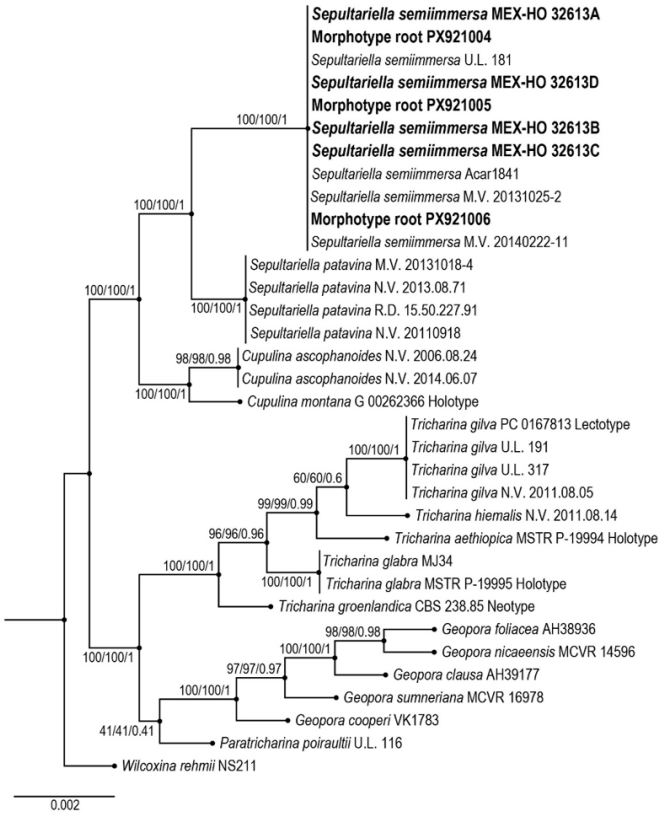


Figura 1. Análisis filogenético ITS. Árboles basados en la máxima verosimilitud (valores ≥70%) y la probabilidad posterior bayesiana (≥0,90) de las relaciones de *Sepultariella semiinmersa* con otras especies del género. Los nombres en negrita representan las muestras secuenciadas en este estudio. Como grupo externo, se utilizaron especies del género *Wilcoxina.*

Conclusiones

Se encontró un nuevo registro para México del hongo *S. semiinmersa* y se confirmó su simbiosis ectendomicorrízica; en base a la biología molecular, las características macro y microanatómicas de los ascomas y de las ectendomicorrizas de *S. semiinmersa* con *Pinus ayacahuite.* Se agradece el financiamiento del COMECyT a través del Proyecto **C-SINERGIA-FICDTEM-25-032** para el desarrollo de esta investigación.

Literatura citada

Acar, İ., Karabiyik, H., & Özcan A. G. (2024). Morphological and molecular identification of *Sepultariella semi-immersa*: New locality record for Türkiye, *Mantar Dergisi/ The Journal of Fungus*, 5(2), 94–102.

Hansen, K., Perry, B. A., Dranginis, A. W., & Pfister, D. H. (2013). A phylogeny of the highly diverse cup-fungus family Pyronemataceae (Pezizomycetes, Ascomycota) clarifies relationships and evolution of selected life history traits. *Molecular phylogenetics and evolution*, 67(2), 311–335.

Uzun, Y., Yakar, S., Karacan, İ.H. & Kaya, A. (2018). New additions to the Turkish Pezizales. *Turkish Journal of Botany*, 42(3), 335–345.

INOCULACIÓN DE *Lactarius indigo* (HONGO ECTOMICORRÍZICO COMESTIBLE) Y BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO EN PINOS

Lucero Suárez-Villegas[1*]; Magdalena Martínez-Reyes[2]; Jesús Pérez-Moreno[2]; Gabriela Sánchez-Viveros[1]; Carlos Roberto Cerdán-Cabrera[1]; Rosario Ramírez-Mendoza[2]

[1]Posgrado en Ciencias Agrícolas y Forestales. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. [2]Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados.

* lucerosv94@gmail.com

Introducción

La inoculación de pinos con hongos ectomicorrízicos comestibles es una técnica biotecnológica que potencia el crecimiento, supervivencia y calidad de plantas producidas en vivero, además de producir un recurso alimenticio valioso, cuando estas son plantadas en campo. Estos hongos que establecen simbiosis con los árboles asociados mejoran la absorción de nutrientes y agua, incrementando la biomasa de especies de pinos. Estos beneficios se pueden aumentar al inocular con bacterias promotoras en el crecimiento vegetal (Ramírez-Mendoza *et al*., 2023). En este escenario, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inoculación del hongo ectomicorrízico comestible *Lactarius indigo* (Schwein.) Fr. y de *Pseudomonas yamanorum*, bacteria promotora del crecimiento vegetal, sobre el crecimiento de *P. greggii* Engelm. ex Parl. en vivero.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en el invernadero del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México, durante un período de 570 días. Se sembraron tres semillas de *P. greggii* en tubetes de plástico negro con capacidad de 140 mL, previamente lavados y desinfectados con alcohol etílico 96° G. L. Los tubetes contenían una mezcla de sustrato estéril compuesto de arena de río, corteza de pino composteada y suelo forestal (2:2:1). Este sustrato se esterilizó con vapor de agua a 1.3 kg•cm^2 a 125 ºC durante 4 horas. La inoculación del hongo ectomicorrízico *Lactarius indigo* (Li) consistió en la aplicación de 10^7 a 10^8 esporas por planta, mediante la adición de 3 mL de inóculo líquido en una cavidad realizada en la superficie del sustrato, a los 47 días después de la siembra (DDS). El inóculo bacteriano se preparó con una concentración de 1.37 x 10^8 mL^{-1}, determinada con una cámara de Neubauer. La inoculación con la bacteria (B) *Pseudomonas yamanorum* se realizó a los 210 DDS. Se evaluaron cuatro tratamientos, cada uno con 19 repeticiones. Las variables analizadas fueron altura de la planta y diámetro del tallo. Los datos de las variables medidas se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias Tukey (p = 0.05), utilizando el software JASP, versión 0.95.1.0. (2025).

Resultados y discusión

Existieron diferencias significativas en la variable altura cuando se inoculó con *L. indigo* + B y con el hongo solo, obteniéndose incrementos de 54.3 cm en el tratamiento Li + B, y de 43.6 cm, respectivamente. Estos valores fueron estadísticamente mayores en relación a los valores alcanzados cuando se inóculo con la bacteria sola o en las plantas testigo. En cuanto al diámetro del tallo, no existieron diferencias significativas entre tratamientos. En conjunto, estos resultados evidencian que la inoculación de *L. indigo*, tanto de manera individual como en coinoculación con *P. yamanorum*, favorece significativamente el crecimiento de *P. greggii*. Este efecto podría deberse a la mejora en la absorción de nutrientes, la producción de fitohormonas y el incremento a la resistencia al estrés hídrico (Barragan-Soriano *et al*., 2022). Las características morfoanatómicas de la ectomicorríza de *L. indigo* fueron: estipite corto, dicotómico, color amarillento en micorrizas jóvenes y anaranjado en la madurez, el ápice más claro, sin presencia de rizomorfos; características concordantes con las descritas previamente en Guatemala, por Flores et al. (2005) para *P. ayacahuite, P. hartwegii, P. oocarpa, P. pseudostrobus y P. rudis*.

Figura 1. Inoculación de *Pinus greggii* (Pg) con el hongo comestible ectomicorrízico *Lactarius indigo* (Li) y la bacteria promotora del crecimiento *Pseudomonas yamanorum* (Py). a) Esporoma del hongo comestible *Lactarius indigo*; b) Inoculación de las plantas de Pg en invernadero; c) Altura de las plantas de Pg inoculado con Li y la bacteria Py, donde T = testigo (plantas no inoculadas); B = *P. yamanorum*; Li = *L. indigo*; Li + B = *L. indigo* más *P. yamanorum;* d) Ectomicorrizas características de Li con Pg.

Conclusiones

Se comprueba que *L. indigo* es capaz de establecer ectomicorrízas con las raíces de *P. greggii*. La variable altura fue incrementada significativamente cuando se coinoculó al hongo ectomicorrizico comestible *L. indigo* con la bacteria *Pseudomonas yamanorum.*

Literatura citada

Ramírez-Mendoza, R., Ángeles-Argáiz, R.A., Aguirre-Beltrán, L.F., Almaraz-Suárez, J.J., Hernández-Oaxaca, D., Ortiz-Lopez, I., & Pérez-Moreno, J. (2023) Whole-genome sequence of *Pseudomonas ya*manorum OLsAu1 isolated from the edible wild ectomycorrhizal mushroom *Lactarius* sp. section *Deliciosi*. *Microbiology Resource Announcements*, 12: e00843-23.

Barragán-Soriano, J.L., Pérez-Moreno, J., Almaraz-Suárez, J.J., Carcaño-Montiel, M.C., Delgadillo-Martínez, J., Cetina-Alcalá, M., & Mata G. (2022). Coinoculación de *Pinus montezumae* (Pinaceae) con un hongo comestible ectomicorrízico y bacterias promotoras de crecimiento vegetal. *Acta Botanica Mexicana* 129, 1-17.

Flores, R., Díaz, G., & Honrubia, M. (2005). Mycorrhizal synthesis of *Lactarius indigo* (Schw.) Fr. with five Neotropical pine species. *Mycorrhiza*, *15*(8), 563–570.

Adendo

SUSTANCIAS HÚMICAS INCREMENTAN LA ACUMULACIÓN DE BIOMASA EN PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. italica)

Ana Carolina Uitz-Chin[1]; Sara Monzerrat Ramírez-Olvera[1*]; Víctor Manuel Ordaz-Chaparro[1]; Nicacio Cruz-Huerta[2]

[1]Posgrado de Edafología. [2]Posgrado en Recursos genéticos y Productividad Vegetal-Fisiología Vegetal. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
ramirez.sara@colpos.mx

Introducción

La producción de brócoli (*Brassica oleracea* var. italica) depende del establecimiento inicial homogéneo y vigoroso, dado que alteraciones durante la emergencia y el crecimiento inicial pueden restringir el desarrollo subsecuente del cultivo y comprometer el rendimiento y la calidad de la cosecha. La aplicación de sustancias húmicas ha mostrado efectos favorables sobre el vigor inicial y el crecimiento de raíces y brotes en diversas especies, constituyéndose en una estrategia agronómica para optimizar el establecimiento del cultivo (de Oliveira et al., 2024; Zandonadi et al., 2025). En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de sustancias húmicas en el crecimiento inicial de plantas de brócoli

Materiales y métodos

Semillas de brócoli (*Brassica oleracea* var. italica) cv. Kingdome se emplearon en este estudio. Una semilla se colocó por cavidad independiente de una charola de polietileno negro (15 cm^3), las cuales contenían como sustrato turba y perlita en proporción 1:1 (v/v). Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar con diez repeticiones, considerando cada cavidad como una unidad experimental. A los 7 d después de la emergencia, las sustancias húmicas se aplicaron en conjunto con la solución nutritiva Steiner, en concentraciones de 0.00, 0.01, 0.02 y 0.03 %, a partir del producto comercial Nutri-Humus® (12.5 % de sustancias húmicas). A los 35 d después de la siembra, las plántulas se retiraron de las cavidades y se registró la altura de plántula, longitud de raíz y biomasa fresca de parte aérea y raíz. A los datos obtenidos en cada variable se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Cuando los datos cumplieron dichos supuestos, se realizó análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). En los casos donde no se cumplieron los supuestos, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis y la comparación de medias mediante el procedimiento de Nemenyi ($\alpha = 0.05$).

Resultados y discusión

La aplicación de sustancias húmicas no modificó significativamente la altura de plántula ni en la biomasa fresca y seca de raíz (Figuras 1 A, C y E). En contraste, la biomasa fresca y seca de la parte aérea aumentó significativamente con la aplicación de 0.01 %, respecto al tratamiento testigo (Figura 1 B y D). Estos resultados indican que las sustancias húmicas pueden estimular el vigor inicial mediante la acumulación de biomasa en la parte aérea, sin inducir necesariamente cambios en variables morfológicas como la altura. Este comportamiento coincide con lo reportado por Zandonadi et al. (2025), quienes señalan que los ácidos húmicos (fracción de las sustancias húmicas) pueden modular la fotobiología y el estado redox celular, favoreciendo la síntesis de biomasa. Así también, Oliveira et al. (2024) indican que estos compuestos estimulan el crecimiento vegetal al optimizar la eficiencia metabólica y el aprovechamiento de fotoasimilados.

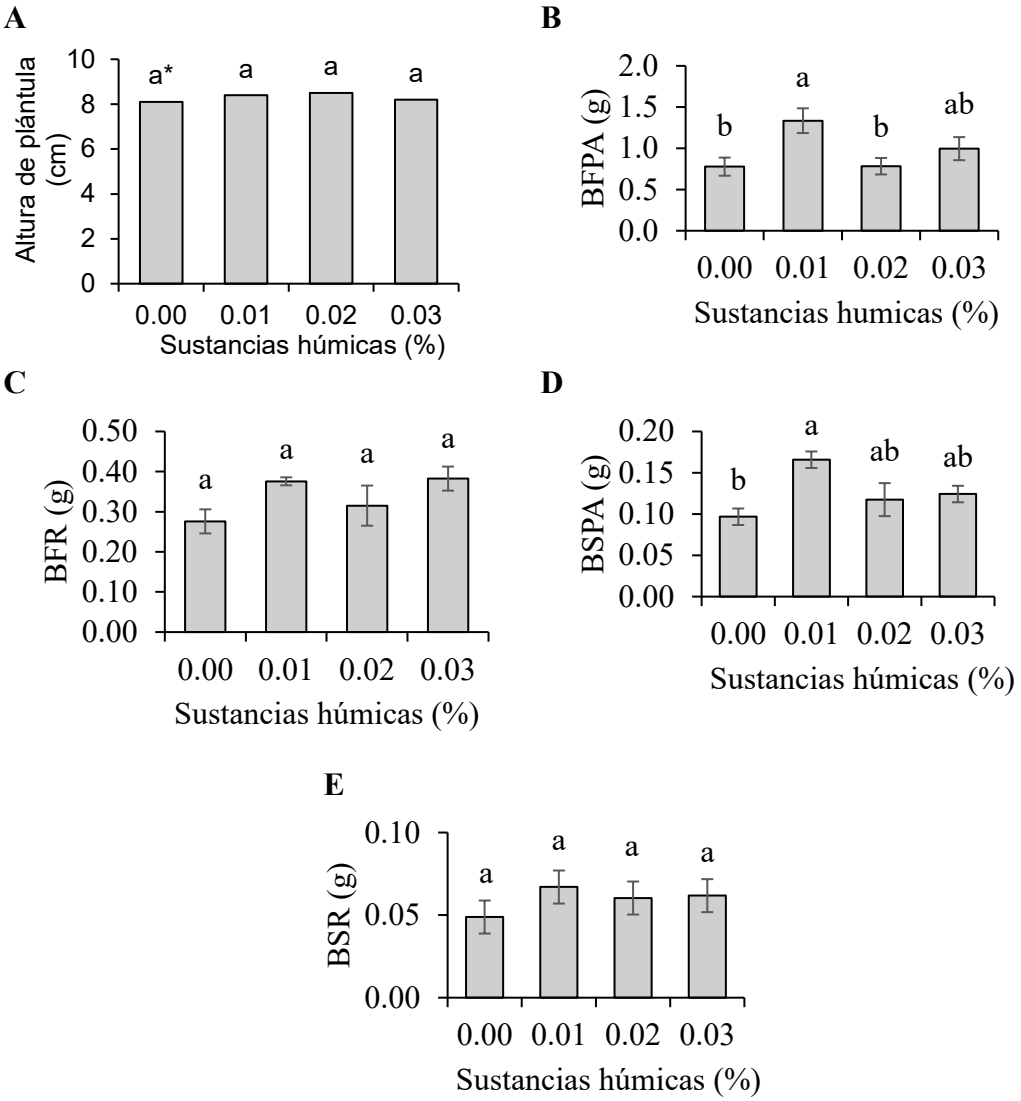


Figura 1. Altura de la plántula (A); BFPA: Biomasa fresca de parte aérea (B); BFR: Biomasa fresca de raíz (C), BSPA: Biomasa seca parte aérea (D) y BSR: Biomasa seca de raíz (E). Letras diferentes representan diferencias significativas mediante la prueba de Tukey (α=0.05). * Letras diferentes representan diferencias significativas mediante la prueba de Nemenyi (α=0.05).

Conclusiones

La aplicación de sustancias húmicas durante etapas iniciales de brócoli promueve el incremento de biomasa aérea, por lo que, es una estrategia viable para mejorar el vigor inicial del cultivo.

Literatura citada

de Oliveira, E. P., de Souza Soares, P. P., de Jesus Correia, A., da França, R. S., Miguel, D. L., Nobrega, R. S. A., & Leal, P. L. (2024). Humic substances and plant growth-promoting bacteria enhance corn (*Zea mays* L.) development. *South African Journal of Botany*, 166, 539-549.

Zandonadi, D. B., Monda, H., Gralian, J., James, A., Lamar, R. T., & Santos, M. P. (2025). Humic acids as drivers of plant growth: regulating root development and photobiology through redox modulation. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 12(1), 71.

COMPATIBILIDAD DEL CHILE TABICHE INJERTADO SOBRE EL PORTAINJERTO CM-334

César Sánchez-Hernández[1]; Florinda García-Pérez[1]; Perpetuo Elorza-Pacheco[1*]; Aurea Judith Vicente-Pinacho[2]; Miguel Ángel Sánchez-Hernández[3]

[1]Novauniversitas, Carretera a Puerto Ángel Km 34.5. Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México. C.P. 71513. [2]Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 123, Av. Lázaro Cárdenas No. 2018, Santa Lucía del Camino, Oaxaca, CP. 71240.
[3]Universidad del Papaloapan, *campus* Loma Bonita, Av. Ferrocarril S/N Ciudad Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca, CP. 68400.

* elorzaperpetuo@gmail.com

Introducción

El chile tabiche es un cultivo local que se produce en Ocotlán, Ejutla y Miahuatlán de Porfirio Díaz en el estado de Oaxaca, en el año 2024 se sembraron 2205.45 ha^{-1} de chile verde, con un volumen de producción de 9099.11 t y rendimiento promedio de 4.13 t ha^{-1}, en la región de Valles Centrales se establecieron 260.15 ha^{-1} con un volumen de producción de 2071.88 t y rendimiento promedio de 7.96 t ha^{-1}. Los problemas fitosanitarios y agronómicos reducen de manera importante la productividad y calidad del chile. Vásquez *et al*. (2009) realizaron un estudio sobre la etiología de la marchitez del chile de agua en Oaxaca, México y reportaron que en los ciclos agrícolas 2000 y 2001 la enfermedad de la marchitez del chile se presentó con una incidencia que fluctuó entre 60 y 70 % y causó pérdidas económicas significativas a los productores. La enfermedad se presentó en plantas de chile de 50 a 60 días de edad y se caracterizó por la marchitez de follaje, caída de flores y frutos, necrosis del tejido externo e interno del cuello de la raíz y muerte de plantas. Una alternativa para el manejo de *Phytopthora capsici* en el cultivo de chile es el uso de portainjertos, al respecto, García *et al*. (2010) evaluaron el portainjerto CM-334 en chile ancho y Osuna *et al*. (2012) evaluaron portainjertos comerciales en chiles cayene, jalapeño y chilacas. Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar la compatibilidad del chile tabiche injertado sobre chile serrano criollo de Morelos 334 (CM334) como patrón en Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en un invernadero en batería tipo túnel con ventila cenital con cubierta de polietileno calibre 720 y 90% de transmisión de luz en San Pedro Apóstol durante noviembre de 2024 y marzo de 2025. Para la aclimatización de los injertos se realizó una cámara de prendimiento de 3 m de largo, 2 m de ancho y 2 m de altura cubierto con polietileno calibre 720. Los injertos estuvieron en la cámara de prendimiento durante 15 días, posteriormente se trasladaron a un invernadero con cubierta plástica para continuar su aclimatización. A los 5, 10 y 15 días después del injerto (ddi) se obtuvieron cinco muestras de la unión del injerto de plántulas injertadas de un tramo de tallo de 10 mm de largo, colocándose en una solución formaldehído-alcohol-ácido acético (50% etanol 96º + 5% ácido acético glacial + 10% formaldehído de 40% de pureza + 35% agua destilada) y se enviaron las muestras al Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio Agroalimentario y Forestal ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México para su procesamiento y tinción.

Resultados y discusión

Se requieren 42 días en el genotipo CM-334 para que alcance un diámetro de tallo de 1.6 mm, mientras que en la variedad criolla de chile tabiche se alcanza ese diámetro del tallo a los 45 días, la sincronización se logra sembrando la semilla del chile tabiche tres días antes que la semilla del chile CM-334. El porcentaje de prendimiento del injerto del chile tabiche/CM-334 fue de 88%, este resultado indica que existe una buena unión injerto/portainjerto al injertarse la variedad criolla de chile tabiche sobre el portainjerto CM-334, y el 12% de plántulas que no prendieron en los injertos realizados se asocia al afecto del injertador y las condiciones de humedad de la cámara de prendimiento. Con base en los modelos de regresión lineal estimados a los 35 días después de la emergencia de las semillas del portainjerto e injerto para estimar la velocidad de crecimiento del diámetro del tallo en ambos materiales se encontró que el diámetro del tallo del portainjerto CM334 creció 0.0380 mm día^{-1} y el injerto de la variedad criolla de chile tabiche 0.0355 mm día^{-1}.

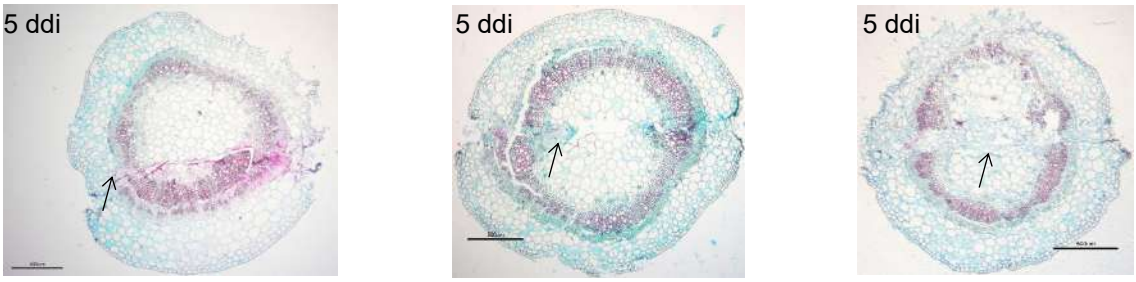


Figura 1. Corte transversal de la unión del injerto de chile de agua/CM-334 a los 5, 10 y 15 días después del injerto. Las flechas indican la zona de unión del injerto.

Conclusiones

La semilla del chile CM-334 debe sembrarse siete días antes que el chile tabiche para que tengan el mismo diámetro de tallo (1.6 mm) durante la realización del injerto. El chile tabiche presentó compatibilidad anatómica para ser injertado sobre el portainjerto CM-334, observándose continuidad vascular completa en la unión del injerto a los 15 ddi.

Literatura citada

García-Rodríguez MR, Chiquito-Almanza E, Loeza-lara PD, Godoy-Hernández H, Villordo-Pineda E, Pons-Hernández JL, González-Chavira MM, Anaya-López JL (2010). Producción de chile ancho injertado sobre criollo de morelos 334 sobre para el control de *Phytophthora capsici*. *Agrociencia, 44*(6):701-709. https://www.redalyc.org/pdf/302/30215554008.pdf

Osuna-Ávila P, Aguilar-Solís J, Fernández-Pavia S, Godoy-Hernández H, Corral-Díaz B, Flores-Margez JP, Borrego-Ponce AO, Olivas E (2012) Injertos en chiles tipo Cayene, jalapeño y chilaca en el noroeste de Chihuahua, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(4):739-750. https://www.redalyc.org/pdf/2631/263123209009.pdf

Vásquez-López A, Tlapal-Bolaños B, Yáñez-Morales MJ, Pérez-Pacheco R, Quintos-Escalante M (2009) Etiología de la marchitez del 'chile de agua' (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. Revista Fitotecnia Mexicana *32*(2):127-134. https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/734

SUSTANCIAS HÚMICAS INCREMENTAN EL RENDIMIENTO DE FRIJOL EJOTERO (*Phaseolus vulgaris* L.) CV. STRIKE

Karen Rosaura Nolasco-García[1]; Ana Carolina Uitz-Chin[2]; Sara Monzerrat Ramírez-Olvera[2*]; Víctor Manuel Ordaz-Chaparro[2]
[1]División de Ingeniería Química. Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, Chimalhuacán, Estado de México, México. [2]Posgrado de Edafología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
ramirez.sara@colpos.mx

Introducción

Las sustancias húmicas son compuestos orgánicos de origen microbiano y de procesos de transformación química y biológica de residuos vegetales y animales (Gupta et al., 2021; Wang et al., 2025). Su aplicación a plantas favorece la arquitectura radicular, incrementa la absorción de nutrimentos y regula la exudación radicular, lo que se traduce en mejoras en el crecimiento y rendimiento vegetal (Canellas y Olivares, 2014). No obstante, la mayoría de los estudios se han enfocado en la aplicación foliar de sustancias húmicas, mientras que su aplicación directa al sistema radical ha sido escasamente investigada, particularmente en sistemas de cultivo en sustrato. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de sustancias húmicas en combinación con la solución nutritiva sobre el crecimiento y rendimiento de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Strike.

Materiales y métodos

Semillas de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Strike se establecieron en macetas de polietileno negro de 10 dm^3, en cuyo interior contenían tezontle con tamaño de partícula >0.5 mm. Después de la siembra, las plantas se irrigaron con agua corriente y posteriormente con solución nutritiva Universal de Steiner en concentraciones crecientes en función del estado fenológico del cultivo. Los tratamientos consistieron en la adición de sustancias húmicas en concentraciones de 0.00, 0.01 y 0.02 %, a partir del producto comercial Nutri-Humus® (12.5 % de sustancias húmicas).

El primer corte se realizó cuando las vainas alcanzaron una longitud superior a 10 cm, efectuándose tres cortes sucesivos por planta. En cada corte se registró el peso, así como la longitud y el diámetro promedio de las vainas. Con base en estos datos, se determinó el rendimiento acumulado correspondiente a los cuatro cortes y se calculó la longitud y el ancho promedio de las vainas por tratamiento. A los datos obtenidos en cada variable se sometieron a la verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Finamente, se realizó un análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), con el programa estadístico SAS versión 9.4.

Resultados y discusión

La aplicación de sustancias húmicas en concentraciones de 0.01 y 0.02 % incrementó significativamente el rendimiento acumulado de frijol (Figura 1A). En contraste, la longitud y el ancho de las vainas disminuyeron significativamente en respuesta a la aplicación de tratamientos (Figura 1B, C). El incremento del rendimiento acumulado por efecto de las sustancias húmicas concuerda con estudios que indican que las sustancias húmicas son bioestimulantes que mejoran la absorción nutrimental, procesos metabólicos asociados con la fotosíntesis y la asimilación de carbono (Canellas y Olivares, 2014). Estos mecanismos pueden favorecer una mayor formación de vainas, aun cuando el tamaño individual disminuya. La reducción en longitud y ancho podría

explicarse por una mayor competencia interna por fotoasimilados debido al incremento en el número de estructuras reproductivas, lo que resulta en un mayor rendimiento acumulado, pero con vainas de menor tamaño.

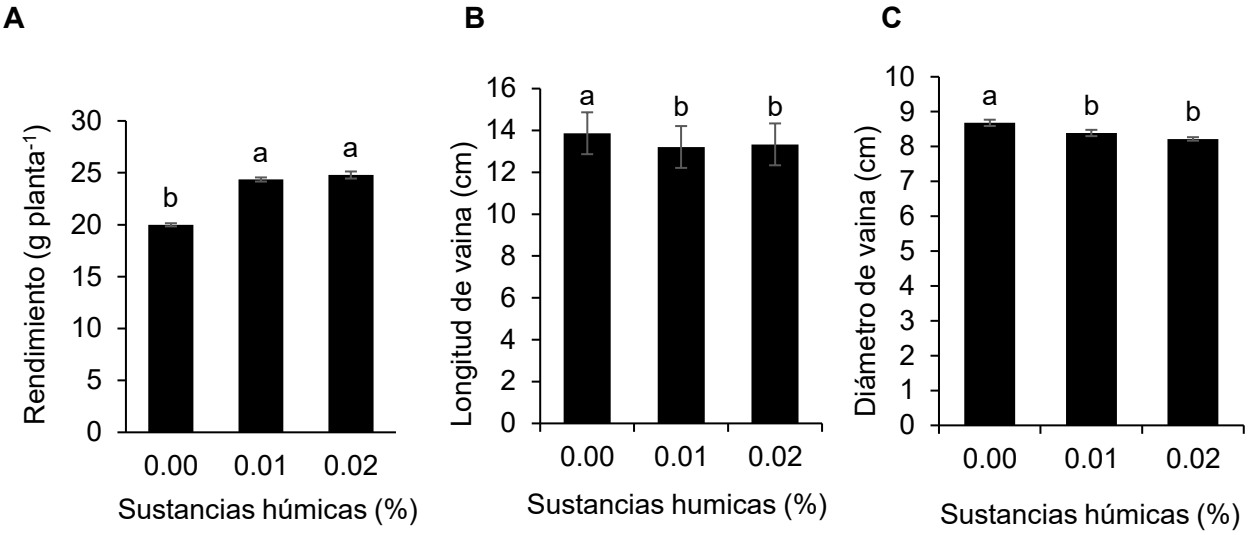


Figura 1. Rendimiento acumulado (A), longitud (B) y diámetro de vainas de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Strike, cultivado en sustrato con la adición de sustancias húmicas. Medias ± EE con letras diferentes en cada subfigura indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusiones

La aplicación de sustancias húmicas mejoró significativamente el rendimiento acumulado del frijol ejotero, evidenciando su efecto bioestimulante en la productividad del cultivo. Aunque se observó una reducción en el tamaño individual de las vainas, el incremento en el rendimiento total sugiere una mayor eficiencia en la formación de estructuras reproductivas y en la utilización de recursos.

Literatura citada

Canellas, L. P., & Olivares, F. L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1(1), 3.

Gupta, S., Kulkarni, M. G., White, J. F., Stirk, W. A., Papenfus, H. B., Doležal, K., & Van Staden, J. (2021). Categories of various plant biostimulants–mode of application and shelf-life. In *Biostimulants for crops from seed germination to plant development* (pp. 1-60). Academic press.

Wang, X., Han, Y., Cao, Y., Ni, Y., Wang, D., & Luan, Y. (2025). The formation, stabilization mechanism, and environmental impacts of persistent free radicals in soil humic substances. *Agronomy*, 15(3), 602.

DIVERSIDAD DE TRIPS FITÓFAGOS ASOCIADAS AL CULTIVO DE FRIJOL EN TRES ESTADOS PRODUCTORES DE MÉXICO

Areli Hernández-Felipe[1]; Daniel López-Lima[2]; Mona Kassem[1], Everardo López-Bautista[3], Jaime Antonio Miranda-Valdez[3]; Nadia Carolina García-Álvarez[4]; Jesús Ascensión González-Carrillo[5]; Carlos Patricio Illescas-Riquelme[6]

[1]Centro de Investigación en Química Aplicada, Departamento de Biociencias y Agrotecnología,
[2]Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas.
[3]Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte.
[4]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Santiago Ixcuintla.
[5]Universidad Tecnológica de la Costa, Dirección de Ciencias Agropecuarias.
[6]Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación.
*Correo-e: areli.hernandez.ea25@ciqa.edu.mx

Introducción

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los sistemas agrícolas estratégicos para la seguridad alimentaria en México con más de 996 mil toneladas producidas en 2024 (SIAP 2026). Entre los factores bióticos que limitan su producción existen diversas especies de trips (Thysanoptera) fitófagos. Estos insectos ocasionan daños al alimentarse de diferentes tejidos vegetales, lo que genera clorosis irregular del follaje, reducción del área fotosintética funcional, necrosis en tejidos tiernos, aborto floral, disminución del amarre de vainas, deformación de vainas y granos, además de retraso fenológico y achaparramiento. En los últimos años, las afectaciones por trips en frijol se han incrementado en diferentes regiones productoras, entre las especies más relevantes destacan el trips negro del frijol *Caliothrips phaseoli* (Villagran-Mancilla et al., 2023) y la reciente introducción del trips de las flores de frijol *Megalurothrips usitatus* (Cambero-Campos et al., 2023), sin embargo existe poca información actualizada sobre la diversidad de especies de trips que afectan a este cultivo y que pueden representar un problema fitosanitario real. La falta de diagnóstico específico en las diferentes regiones productoras de frijol en México conduce a estrategias de control generalizadas y frecuentemente ineficientes debido a que se realizan cuando el daño ya ha sucedido. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es conocer las especies de trips en tres estados con producción importante de frijol, para que sirva como base para el desarrollo de un sistema de manejo integrado de plagas.

Materiales y métodos

Se realizaron muestreos en diferentes zonas de los estados de Sinaloa, Nayarit y Veracruz en cultivos de frijol de diferentes variedades, mediante la técnica de golpeteo o directamente recolectando hojas, brotes, flores y vainas. Los trips colectados se montaron en solución de Hoyer para observarlos bajo el microscopio de luz a 400 y 1000X (Nikon Alphaphot YS2) e identificarlos a nivel de especie utilizando claves especializadas (Mound & Kibby, 1998; Skarlinsky, 2024).

Resultados y discusión

Se identificaron diversas especies de trips fitófagos asociadas con el cultivo de frijol y la composición de las especies varió con base en la región. En el estado de Sinaloa, en los municipios de Juan José Ríos, Ahome, El Fuerte y Guasave, se recolectaron 3424 ejemplares, la especie más abundante fue *C. phaseoli* con el 92% seguida en menor medida por algunas especies de *Frankliniella*. En Nayarit, en los municipios de Tecuala, Compostela, San Blas y Santiago Ixcuintla se recolectaron 2235 ejemplares pertenecientes a las especies *Frankliniella cephalica, Frankliniella occidentalis* y *Frankliniella insularis* con una abundancia relativa de 5, 17 y 76% respectivamente. Sorpresivamente, solo se detectaron pocos especímenes de *M. usitatus* (2%), sin representar un daño importante en la zona. En el estado de Veracruz, en el municipio

de Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave se recolectaron 436 ejemplares de las especies *Frankliniella insulares, Frankliniella desmodii, Frankliniella cephalica* y *Thrips palmi*, con una abundancia relativa de 69, 14, 10 y 7% respectivamente. *Caliothrips phaseoli* incidió principalmente en hojas jóvenes y brotes, mientras que las especies de *Frankliniella* se encontraron en floración. *Megalurothrips usitatus* se detectó principalmente en cultivos de frijol en madurez y en postcosecha. La diversidad de especies encontrada en los cultivos de frijol muestreados señala la importancia de realizar diagnósticos específicos para determinar el riesgo de daños en cada zona de cultivo antes de implementar estrategias de manejo (Mound et al., 2022).

Conclusiones

Los resultados muestran una estructura de comunidad de trips heterogénea entre regiones, con *Caliothrips phaseoli* como principal plaga en Sinaloa y especies de *Frankliniella* dominando en Nayarit y Veracruz; *Megalurothrips usitatus* está presente pero no constituye, por ahora, una amenaza significativa en las áreas muestreadas.

Literatura citada

Cambero-Campos, O. J., Cambero-Monroy, A., Rodríguez-Arrieta, J. A., Robles-Bermúdez, A., Lemus-Soriano, B. A., Rios-Velasco, C., Zamora-Landa, A. I., & Estrada-Virgen, M. O. (2023). New report of the exotic species *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) infesting three commercial legumes in Nayarit, Mexico. *The Florida Entomologist, 105*(4), 316–318. https://doi.org/10.1653/024.105.0409

Mound, L., & Kibby, G. (1998). *Thysanoptera: An identification guide* (2nd ed.). CABI. https://doi.org/10.1079/9780851992112.0000

Mound, L. A., Wang, Z., Lima, É. F. B., & Marullo, R. (2022). Problems with the Concept of "Pest" among the Diversity of Pestiferous Thrips. *Insects*, *13*(1), 61. https://doi.org/10.3390/insects13010061

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2026). *Anuario estadístico de la producción agrícola. Frijol*. Consultado el 21 de febrero de 2026, de https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

Skarlinsky, T. L. I. (2024). The identification of the flower thrips, *Frankliniella* Karny (Thysanoptera: Thripidae) intercepted at U.S. ports of entry. *Insecta Mundi, 1039*, 1–64.

Villagran-Mancilla, C., Chacón-Hernández, J. C., Delgadillo-Ángeles, J. L., et al. (2023). Phytophagy and predatory behavior of *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) on bean foliage discs with *Tetranychus merganser* (Acari: Tetranychidae) eggs. *Arthropod-Plant Interactions, 17*, 217–224. https://doi.org/10.1007/s11829-023-09949-w