

SEP

POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768

ISSN 2395-9525

Julio 2026

Núm. 62

POLIBOTÁNICA



Núm. 62

Ciencia y
Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación

Julio 2026



PÁG.

CONTENIDO

- 1 Diversidad florística asociada a *Clinopodium macrosternum* y *Litsea glaucescens* en un bosque de encino-pino en Oaxaca, México
Floristic diversity associated to *Clinopodium macrosternum* and *Litsea glaucescens* in an oak-pine forest in Oaxaca, México
Jarquín-Rosales Domitila | Campos Angeles Gisela Virginia | Reyes-Hernández Valentín José | Lozano-Trejo Salvador | Alpuche-Osorno Juan José | Rodríguez-Ortiz Gerardo
- 15 Diversidad morfológica de *Vitis tiliifolia* Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult. (Vitaceae) en poblaciones silvestres de cuatro localidades del estado de Veracruz, México
Morphological diversity of *Vitis tiliifolia* Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult. (Vitaceae) in wild populations from four locations in the state of Veracruz, Mexico
Mata Alejandro Humberto | Castañeda-Chávez María Del Refugio | Aguilar Pérez Luis Alfonso | Mójica-Zárate Héctor Tecumshé | Cruz-Castillo Juan Guillermo
- 27 Regeneración natural arbórea e influencia de factores edáficos de un bosque templado en Guadalupe y Calvo, Chihuahua, México
Natural tree regeneration and influence of edaphic factors in a temperate forest in Guadalupe y Calvo, Chihuahua, Mexico
Mateo-García Mario Francisco | Alanís-Rodríguez Eduardo | García-García Samuel Alberto | Cuellar-Rodríguez Luis Gerardo | Yerena-Yamallel José Israel | Aguirre-Calderón Oscar Alberto
- 47 Estructura, diversidad y captura de carbono del arbolado urbano de un complejo industrial en el noreste de México
Structure, diversity, and carbon sequestration of urban trees in an industrial complex in northeastern Mexico
Alcalá Rojas Alejandro | Alanís Rodríguez Eduardo | Aguirre Calderón Oscar Alberto | Cuellar Rodríguez Gerardo | Yerena Yamallel José Israel | Sandoval García Rufino
- 59 Evaluación de la infestación de *Phoradendron bolleanum* (Seem.) Eichler en *Quercus convallata* Trel. y *Quercus edwardii* Trel. en Durango, México
Evaluation of *Phoradendron bolleanum* (Seem.) Eichler infestation in *Quercus convallata* Trel. and *Quercus edwardii* Trel. in Durango, Mexico
Dominguez-Amaya Mesias Edwin | Briseño Reyes Jaime | Vega-Nieva Daniel José | Corral-Rivas José Javier | Tinoco-Orozco Diana Aime
- 77 Efecto de prácticas agroecológicas basadas en fertilizantes orgánicos en agroecosistemas monocultivo y milpa en la Sierra de Zongolica, Veracruz, México
Effect of agroecological practices based on organic fertilization in monoculture and milpa agroecosystems in the Sierra de Zongolica, Veracruz, Mexico
De La Cruz-De Jesus Mayra Yaneth | Hernández-Vásquez Luis Alfredo | Tecpile Cortes Jaime | Reyes-Rosas Sergio | Armida-Lozano Jorge | Ramírez-Rivera Emmanuel de Jesús | Sánchez-Zavalegui Romeo Alejandro | Del Rosario-Arellano José Luis | Purroy-Vásquez Rubén | Hernández-Salinas Gregorio
- 95 Evaluación de la eficiencia de dos esquemas de fertilización y bioherbicidas en maíz (*Zea mays* L.) en el Valle del Yaqui bajo condiciones de casa sombra y riego localizado
Evaluation of the efficiency of two fertilization schemes and bioherbicides in corn (*Zea mays* L.) in the Yaqui Valley under greenhouse conditions and localized irrigation
Arellano Gil Maritza | Estrella Osuna Luis Enrique | Verdugo Fuentes Abel Alberto | Rodríguez Ramírez Roberto | Villa Lerma Alma Guadalupe | Valdez Mendoza Brissa Jeaneth | Mungarro Ibarra Catalina | Portillo García Luis Enrique
- 107 Viabilidad y germinación del polen de *Agave durangensis*
Viability and germination of *Agave durangensis* Gentry pollen
Salazar Palacios Diana Laura | Delgado Alvarado Eli Amanda | Torres Ricario Rene | Uribe Soto José Natividad | Avila Reyes Jose Antonio | Hernández Vargas Vicente | Pérez Salinas Shaila Nayeli | Chavez Aguilar Fernanda Yoana | Gutiérrez Velázquez Marcela Verónica
- 121 Florivoría por *Euphoria basalis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) y su efecto en la eficiencia reproductiva de *Ipomoea stans* (Convolvulaceae) en el volcán Teuhtli, México
Floral herbivory by *Euphoria basalis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) and its effect on the reproductive success of *Ipomoea stans* (Convolvulaceae) in the Teuhtli Volcano, Mexico
Martínez Cárdenas María de Lourdes | Vargas Miranda Bárbara | Emiliano-Juárez Alejandro A.
- 135 Influencia de la composición del medio de cultivo en la germinación asimbiótica de *Cyrtopodium macrobulbon* (Lex.) G.A. Romero & Carnevali (Orchidaceae)
Influence of the culture medium composition on the asymbiotic germination of *Cyrtopodium macrobulbon* (Lex.) G.A. Romero & Carnevali (Orchidaceae)
Olvera-Casanova Diego Alfredo | Sánchez-Contreras Angeles | Qui-Zapata Joaquín Alejandro | Herrera-Cool Gilbert José | Cob-Uicab José Vidal | López-Puc Guadalupe
- 149 Caracterización polínica en mieles de tres subespecies de *Apis mellifera* L. en Alvarado, Veracruz, México
Pollen characterization in honeys of three subspecies of *Apis mellifera* L. in Alvarado, Veracruz, Mexico
Alemán López Viridiana | López Mata Lauro | Medina Pérez Gabriela | Luna Rodríguez Lorena | Vargas Romero Juan Manuel | Galván Escobedo Iris Grisel

PÁG.

CONTENIDO

- 169 Análisis palinológico y fisicoquímico de mieles de *Apis mellifera* L. en la localidad los Cerritos, Hidalgo, México
Palynological and physicochemical analysis of honey of *Apis mellifera* L. from los Cerritos, Hidalgo, Mexico
Navarrete López Sandra Joceline | Quiroz García David Leonor | Fernández Nava Rafael
- 187 Desarrollo de un protocolo de micropropagación para *Lupinus campestris* Cham. & Schltl. como base para la domesticación y conservación
Development of a micropropagation protocol for *Lupinus campestris* Cham. & Schltl. as a basis for domestication and conservation
Rodríguez Sías Daniela | Pérez Álvarez Sandra | Sánchez-Chávez Esteban | Leyva-Hernández Héctor A. | Uranga-Valencia Luisa Patricia
- 203 Efecto de la meta-topolina sobre la multiplicación y la hiperhidricidad *in vitro* en maguey plateado (*Agave guiengola* Gentry)
Effect of meta-topolin on *in vitro* multiplication and hyperhydricity in silver maguey (*Agave guiengola* Gentry)
Ramírez Mosqueda Marco Antonio | Cadena-Zamudio Jorge David | Cruz-Gutiérrez Esmeralda J. | Sandoval-Cansino Gabriela | Delgado-Aceves María de Lourdes | Gutiérrez-Mora Antonia
- 215 Evaluación de la toxicidad del aceite esencial de *Monarda fistulosa* L. en ratones C57BL/6
Evaluation of the toxicity of the essential oil of *Monarda fistulosa* L. in C57BL/6 Mice.
Delgadillo Puga Claudia | Cariño-Cervantes Yonatan Y. | Cruz-Martínez Yesica R. | Torre-Villalvazo Iván
- 231 Respostas fotossintéticas de espécie fitorremediadora à elevação de salinidade no meio aquático.
Photosynthetic responses of phytoremediating species to increased salinity in aquatic environments
da Silva Bastos Guimarães Alice | Moll Hüther Cristina | Jimenez de Almeida Rigueira Roberta | Soares de Melo Pedro | Martins Corrêa Gabriela | Amado Garcia Silva Rodrigo | Oswald Silveiras Kircher Doris
- 251 Actividad antifúngica y tripanocida *in vitro* de extractos de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin y clemants
In vitro antifungal and trypanocidal activity of extracts of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin y clemants
Santiago Martínez Angeles | Riley Saldaña Christian Anabí | Moreno Rodríguez Adriana | De Fuentes Vicente José Antonio | de la Cruz Chacón Iván
- 271 Efecto de nanotubos de carbono sobre la germinación y desarrollo de *Agave salmiana* de diversos períodos de colecta
Effect of carbon nanotube on the germination and development of *Agave salmiana* of various collection periods
Gómez-Pelayo Berenice | García-Nuñez Hilda Guadalupe | Arzate-Fernández Amaury Martín | Reyes-Díaz Jesús Ignacio
- 289 Crecimiento micelial *in vitro* de *Auricularia nigricans* en residuos lignocelulósicos disponibles en el estado de Campeche, México
In vitro mycelial growth of *Auricularia nigricans* in available lignocellulosic waste from the state of Campeche, Mexico
De la Cruz Blanco Geydi Mariela | Gaitán Hernández Rigoberto | Flota Bañuelos Carolina | Casanova Pérez Lorena | Sierra Sigfrido | Rosales Martinez Veronica
- 305 *Sesuvium portulacastrum* en la fitorremediación para suelos salinos como estrategia ambiental sostenible
Sesuvium portulacastrum in phytoremediation of saline soils as a sustainable environmental strategy
Gómez Peraza Rosa Luz | Valenzuela Quiñónez Wenceslao | Espinosa Alonso Laura Gabriela | Galaviz Julian Alberto | Medina Gogoy Sergio | Hernández Armenta Jesús Uriel
- 317 Patogenicidad de *Corynespora cassiicola* y su control *in vitro* con *Bacillus subtilis* CBCK47 y extracto acuoso de *Croton chichenensis*
Pathogenicity of *Corynespora cassiicola* and its *in vitro* control with *Bacillus subtilis* CBCK47 and aqueous extract of *Croton chichenensis*
Rivero Uribe Adriana Rubi | Moo Koh Felicia Amalia | Cristóbal Alejo Jairo | Reyes Ramírez Arturo | Tun Suárez José María | Gamboa Angulo María Marcela
- 333 Plantas medicinales utilizadas para enfermedades respiratorias en habitantes de Pisaflores, Hidalgo, México
Medicinal plants used for respiratory diseases among inhabitants of Pisaflores, Hidalgo, Mexico
Lara Reimers Eduardo Alberto | Montesinos Adan Leonel Rosario | Mora Olivo Arturo | García Martínez José Eduardo | Cruz García Francisco | González Fuentes José Antonio | Encinas Domínguez Juan Antonio | Preciado Rangel Pablo
- 353 Análisis etnobotánico de variedades locales de maguey pulquero en el noreste del Estado de México
Ethnobotanical analysis of local varieties of maguey pulquero in the northeast of the Estado de México
Cruz Vasconcelos Sonia Teresa | Ramírez Herrera Carlos | Cruz Huerta Nicacio | Reyes Hernández Valentín José | Gómez Guerrero Armando
- 369 Bioculturalidad a través de los hongos comestibles silvestres y cultivados en San Pedro Benito Juárez, Atlixco, Puebla
Bioculturality through wild and cultivated edible mushrooms in San Pedro Benito Juarez, Atlixco, Puebla
Segura Ruiz Karla Elaine | Casiano Ventura Miguel Angel | Sobal Cruz Mercedes | Morales Almora Porfirio
- 381 Las plantas medicinales utilizadas en la cabecera municipal de San Antonio Cañada, Puebla, México
Medicinal plants used in the municipal seat of San Antonio Cañada, Puebla, Mexico
De la luz-González Andrea | Martínez-Moreno David | Reyes-Matamoros Jenaro | Andrés-Hernández Agustina Rosa | Reyes-Azcárate Yessica
- 401 Arvenses asociadas al cajete de maguey pulquero, en Lerma, México: énfasis en el uso de especies de Asteraceae
Weed species associated with the pulque agave basin in Lerma, Mexico: emphasis on the use of Asteraceae species
González Estrada Teresa de Jesús | Sánchez-Nava Susana | Franco-Mora Omar | Sánchez-Pale Jesús Ricardo

POLIBOTÁNICA

Núm. 62

ISSN electrónico: 2395-9525

Julio 2026

Portada



El proceso comunitario de aprendizaje y aprovechamiento sustentable de hongos comestibles a partir de residuos agrícolas, como rastrojo de maíz y frijol, representa una alternativa agroecológica que fortalece la soberanía alimentaria, promueve el uso responsable de recursos locales y contribuye a la revitalización del conocimiento etnomicológico tradicional. La participación comunitaria, el intercambio gastronómico y la transmisión intergeneracional de saberes reflejan la estrecha relación entre patrimonio biocultural, innovación tecnológica y resiliencia social en contextos rurales indígenas.

The community-based process of learning and sustainable use of edible mushrooms through agricultural residues, such as maize and bean straw, represents an agroecological alternative that strengthens food sovereignty, promotes the responsible use of local resources, and contributes to the revitalization of traditional ethnomycological knowledge. Community participation, gastronomic exchange, and the intergenerational transmission of knowledge reflect the close relationship between biocultural heritage, technological innovation, and social resilience in indigenous rural contexts.

por/by
Rafael Fernández Nava

REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

EQUIPO EDITORIAL

Angela Catalina Mendoza González,
Instituto Politécnico Nacional, México

Ricardo Valenzuela Garza,
Instituto Politécnico Nacional, México

Carlos Fabián Vargas Mendoza,
Instituto Politécnico Nacional, México

Rafael Fernández Nava,
Instituto Politécnico Nacional, México

EDITORES ASOCIADOS

Xitlali Aguirre Dugua,
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México

Fernando Alzate Guarín,
Universidad de Antioquia, Colombia

María de la Luz Arreguín Sánchez,
IPN, México

Itzel Becerra Absalón,
UNAM, México

Alexander Berrocal-Jiménez,
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

José Juan Blancas Vázquez,
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México

Mireya Burgos Hernández,
Colegio de Postgraduados, México

Alexandre Toshirrico Cardoso Taketa,
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México

Gustavo Cruz-Cárdenas,
IPN, México

Luis Enrique Eguarte Fruns,
UNAM, México

Adolfo Espejo Serna,
UAM Iztapalapa, México

Javier Carlos Estrada Sánchez,
Universidad de los Andes, Venezuela

María Teresa Fernández-Marrón,
Universidad Complutense de Madrid, España

Daniel Freitas Freire Martins,
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brazil

Roberto Garibay Orijel,
UNAM, México

Gregorio del Carmen Godoy Hernández,
CICY, A.C. México

Diódoro Granados Sánchez,
Universidad Autónoma Chapingo, México

Anahí N. Herrera Cano,
Universidad de Buenos Aires, Argentina

María de los Ángeles Herrera Campos,
UNAM, México

Omaira Hokche,
Universidad Central de Venezuela, Venezuela

Francisco Martín Huerta Martínez,
Universidad de Guadalajara, México

Blanca León,
University of Texas at Austin, USA

Hilda P. León Tejera,
UNAM, México

Victor M. Loyola Vargas,
CICY, A.C. México

Miguel Ángel Macías Rodríguez,
Universidad de Guadalajara, México

Tomás Martínez Trinidad,
Colegio de Postgraduados, México

Juan Luis Mata,
University of South Alabama, USA

Diana Miriam Mc Caughey Espinoza,
Universidad de Sonora

Natalia Mesa Sierra,
USDA Forest Service, USA

Demetria Martha Mondragón Chaparro,
IPN, México

María Eugenia Morales-Puentes,
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Eberto Novelo Maldonado,
UNAM, México

Gilberto Alejandro Ocampo Acosta,
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México

Neftalí Ochoa Alejo,
CINVESTAV, México

Ileana Ortegón Aznar,
Universidad Autónoma de Yucatán, México

María Lelia Pochettino,
Universidad Nacional de La Plata, Argentina

Francisco Reyes Zepeda,
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Paz Alejandra Quintanar Isaías,
UAM-Iztapalapa, México

Beatriz Quiroz-González,
IPN, México

Carlos Ramírez Vargas,
Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Juan Antonio Reyes-Agüero,
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México

Valentín José Reyes Hernández,
Colegio de Postgraduados, México

Rafael Salgado Garciglia,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Primo Sánchez Morales,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Odilón Manuel Sánchez Sánchez,
Universidad Veracruzana, México

Thália do Socorro Serra Gama,
University of Sao Paulo, Brazil

Sigfrido Sierra Galván,
UNAM, México

Heike Vibrans,
Colegio de Postgraduados, México

Noemí Waksman de Torres,
Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Juan Ramón Zapata Morales,
Universidad de Guanajuato. Guanajuato. México

CONSEJO EDITORIAL

Thomas F. Daniel
California Academy of Sciences San Francisco, California, USA

María del Socorro González Elizondo,
Instituto Politécnico Nacional, México

Dra. Silvia Evangelista Lozano,
Instituto Politécnico Nacional, México

Luis Gerardo Zepeda Vallejo,
Instituto Politécnico Nacional, México

DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA

Luz Elena Tejeda Hernández

OPEN JOURNAL SYSTEM Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Pedro Aráoz Palomino

POLIBOTÁNICA, revista botánica internacional del Instituto Politécnico Nacional, incluye exclusivamente artículos que representen los resultados de investigaciones originales en el área. Tiene una periodicidad de dos números al año, con distribución y Comité Editorial Internacional.

Todos los artículos enviados a la revista para su posible publicación son sometidos por lo menos a un par de árbitros, reconocidos especialistas nacionales o internacionales que los revisan y evalúan y son los que finalmente recomiendan la pertinencia o no de la publicación del artículo, cabe destacar que este es el medio con que contamos para cuidar el nivel y la calidad de los trabajos publicados.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS

Se aceptarán aquellos originales que se ajusten a las prescripciones siguientes:

POLIBOTÁNICA incluye exclusivamente artículos que representen los resultados de investigaciones originales que no hayan sido publicados.

1. El autor deberá anexar una carta membretada y firmada dirigida al Editor, donde se presente el manuscrito, así como la indicación de que el trabajo es original e inédito, ya que no se aceptan trabajos publicados o presentados anterior o simultáneamente en otra revista, circunstancia que el autor(es) deberá declarar expresamente en la carta de presentación de su artículo.
2. Al quedar aceptado un trabajo, su autor no podrá ya enviarlo a ninguna otra revista nacional o extranjera.
3. Los artículos deberán estar escritos en español, inglés, francés o portugués. En el caso de estar escritos en otros idiomas diferentes al español, deberá incluirse un amplio resumen en este idioma.
4. Como parte de los requisitos del CONACYT, POLIBOTÁNICA ahora usa la plataforma del Open Journal System (OJS); para la gestión de los artículos sometidos a la misma. Así que le solicitamos de la manera más atenta sea tan amable de registrarse y enviar su artículo en la siguiente liga: www.polibotanica.mx/ojs/index.php/polibotanica
 - a) cargar el trabajo en archivo electrónico de office-word, no hay un máximo de páginas con las siguientes características:
 - b) en páginas tamaño carta, letra times new roman 12 puntos a doble espacio y 2 cm por margen
5. Las figuras, imágenes, gráficas del trabajo deben estar incluidas en el documento de Word original:
 - a) en formato jpg
 - b) con una resolución mínima de 300 dpi y un tamaño mínimo de 140 mm de ancho
 - c) las letras deben estar perfectamente legibles y contrastadas
6. Todo trabajo deberá ir encabezado por:
 - a) Un título tanto en español como en inglés que exprese claramente el problema a que se refiere. El formato para el título es: negritas, tamaño 14 y centrado;
 - b) El nombre del autor o autores, con sus iniciales correspondientes, sin expresión de títulos o grados académicos. El formato para los autores es: alineados a la izquierda, cada uno en un párrafo distinto y tamaño 12. Cada autor debe tener un número en formato superíndice indicando a qué afiliación pertenece;
 - c) La designación del laboratorio e institución donde se realizó el trabajo. La(s) afiliación(es) debe(n) estar abajo del grupo de autores. Cada afiliación deberá estar en un párrafo y tamaño

12. Al inicio de cada afiliación estará el número en superíndice que lo relaciona con uno o más autor/es.

d) El autor para correspondencia deberá estar en el siguiente párrafo, alineado a la izquierda, tamaño 12.

7. Todo trabajo deberá estar formado por los siguientes capítulos:

a) RESUMEN y ABSTRACT. Palabras clave y Key Words. El resumen debe venir después de la afiliación de los autores, alineado a la izquierda, tamaño 12. La palabra “Resumen: / Abstract:” debe venir en negritas y con dos puntos. El texto del resumen debe empezar en el párrafo siguiente, tamaño 12 y justificado. El texto “Palabras clave / Key Words:” debe venir en negritas seguido de dos puntos. Cada una de las palabras clave deben estar separadas por coma o punto y coma, finalizadas por punto.

b) INTRODUCCIÓN y MÉTODOS empleados. Cuando se trate de técnicas o métodos ya conocidos, solamente se les mencionará por la cita de la publicación original en la que se dieron a conocer. El formato para todas las secciones en esta lista es: negritas, tamaño 16 y centrado.

c) RESULTADOS obtenidos. Presentación acompañada del número necesario de gráficas, tablas, figuras o diagramas de tamaño muy cercano al que tendrá su reproducción impresa (19 x 14 cm).

d) DISCUSIÓN concisa de los resultados obtenidos, limitada a lo que sea original y a otros datos relacionados directamente y que se consideren nuevos.

e) CONCLUSIONES.

ESPECIFICACIONES DE FORMATO PARA EL CUERPO DEL TRABAJO

1. Secciones/Subtítulos de párrafo: Fuente tamaño 16, centrado, en negritas, con la primera letra en mayúscula.
2. Subsecciones/Subtítulos de párrafo secundarios : Fuente tamaño 14, centrado, en negritas, con la primera letra en mayúscula. Cuando existan subsecciones de subsección formatear en tamaño 13 negrita y centrado.
3. Cuerpo del texto: Fuente tamaño 12, justificado. NO debe haber saltos de línea entre párrafos.
4. Las notas de pie de página deben estar al final de cada página, fuente tamaño 12 justificadas.
5. Cita textual con mas de tres líneas: Fuente tamaño 12, margen izquierdo de 4 cm.
6. Título de imágenes: Fuente tamaño 12, centrado y en negritas, separado por dos puntos de su descripción. Descripción de las imágenes: tamaño 12.
7. Notas al pie de las imágenes: Fuente tamaño 12 y centradas con respecto a la imagen, la primera letra debe estar en mayúsculas.
8. Imágenes: deben estar en el cuerpo del texto, insertadas en formato png o jpg, a por lo menos 300 dpi de resolución y centradas. Las imagenes deben estar en línea con el texto. Se consideran imágenes: gráficos, cuadros, fotografías, diagramas y, en algunos casos, tablas y ecuaciones.
9. Tablas de tipo texto: El título de las columnas de las tablas debe estar en negritas y los datos del cuerpo de la tabla con fuente normal. Los nombres científicos deben estar en *italicas*. Se recomienda utilizar las Tablas como imágenes, estas deberán de ir centradas (a por lo menos 300 dpi de resolución).
10. Notas al pie de la tabla: Fuente tamaño 12 y centradas con respecto a la tabla, la primera letra debe estar en mayúsculas.
11. Ecuaciones pueden estar en Mathtype 1 o en imagen. En este último caso, seguir instrucciones del punto 8.
12. Citas del tipo autor y año deben estar entre paréntesis, con el apellido del autor seguido por el año (Souza, 2007), primera letra en mayúscula.

- 8. LITERATURA CITADA,** Se tomara como base el Estilo APA para las Referencias Bibliográficas, formada por las referencias mencionadas en el texto del trabajo y en orden alfabético. Es obligatorio utilizar Mendeley® (software bibliográfico). El propósito de utilizar este tipo de software es asegurar que los datos contenidos en las referencias están correctamente estructurados y corresponden a las citas del cuerpo del texto.

ESTRUCTURA Y FORMATO DE LOS AGRADECIMIENTOS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Los Agradecimientos deberán estar después de la última sección del cuerpo del texto. Esta información debe tener como título la palabra “Agradecimientos”, o su equivalente en otro idioma, en negritas, tamaño 12 y centrado. El texto de esta información debe estar en tamaño 12 justificado.
2. Las Referencias bibliográficas deben estar en orden alfabético sin salto de línea de párrafo, alineados a la izquierda, en tamaño 12.
3. Apéndices, anexos, glosarios y otros materiales deben incluirse después de las referencias bibliográficas. En caso de que estos materiales sean extensos deberán ser creados como archivos PDF.

9. REVISIÓN Y PUBLICACIÓN

Todos los artículos enviados a la revista para su posible publicación serán sometidos a una revisión “doble ciego”, se enviarán por lo menos a un par de árbitros, reconocidos especialistas nacionales o internacionales que los revisarán y evaluarán y serán los que finalmente recomienden la pertinencia o no de la publicación del artículo, cabe destacar que este es el medio con que contamos para cuidar el nivel y la calidad de los trabajos publicados.

Una vez aceptado el trabajo, se cobrarán al autor(es) \$299 por página más IVA, independientemente del número de fotografías que contenga.

PUBLICATION GUIDELINES

POLIBOTÁNICA, an international botanical journal supported by the National Polytechnic Institute, only publishes material resulting of original research in the botanic area. It has a periodicity of two issues per year with international distribution and an international Editorial Committee.

All articles submitted to POLIBOTÁNICA for publication are reviewed by at least a couple of referees. National or international recognized experts will evaluate all submitted materials in order to recommend the appropriateness or otherwise of a publication. Therefore, the quality of published papers in POLIBOTÁNICA is of the highest international standards.

FOR PUBLICATION OF ARTICLES

Originals that comply with the following requirements will be accepted:

1. POLIBOTÁNICA includes only items that represent the results of original research which have not been published. The author should attach an official and signed letter to Editor stating that the work is original and unpublished. We do not accept articles published or presented before or simultaneously in another journal, a fact that the author (s) must expressly declare in the letter.
2. When an article has been accepted, the author can no longer send it to a different national or foreign journal.
3. Articles should be written in Spanish, English, French or Portuguese. In the case of be written in

languages other than Spanish, it should include an abstract in English.

4. The article ought to be sent to the POLIBOTÁNICA's Open Journal System <http://www.polibotanica.mx/ojs> in an office-word file without a maximum number of pages with the following features:

a) on letter-size pages, Times New Roman font type, 12-point font size, double-spaced and 2 cm margin

5. The figures, images, graphics in the article must be attached as follows:

a) in jpg format

b) with a minimum resolution of 300 dpi and a minimum size of 140 mm wide

c) all characters must be legible and contrasted

6. All articles must include:

a) a title in both Spanish and English that clearly express the problem referred to. The format for this section is: bold, font size 14 and centered.;

b) the name of the author or authors, with their initials, no titles and no academic degrees. The format for this section is: font size 12, aligned to the left, each name in a different paragraph but without spaces in-between and a superscript number indicating the affiliation;

c) complete affiliations of all authors (including laboratory or research institution). The format for this section is: font size 12, aligned to the left, each name in a different paragraph but without spaces in-between and a superscript number at the beginning of the affiliation;

d) correspondence author should be in the next paragraph, font size 12 and aligned to the left.

7. All work should be composed of the following chapters:

a) RESUMEN and ABSTRACT. Palabras clave y Key Words. The format for this section is: bold, font size 12 and centered. Both words (RESUMEN: and ABSTRACT:) must include a colon, be in bold and aligned to the left. The body of the abstract must be justified and in font size 12. Both palabras clave: and keywords: must include a colon, be in bold and aligned to the left. Keywords must be separated by a comma or semicolon, must be justified and in font size 12.

b) INTRODUCTION y METHODS. In the case of techniques or methods that are already known, they were mentioned only by appointment of the original publication in which they were released.

c) RESULTS. Accompanied with presentation of the required number of graphs, tables, figures or diagrams very close to the size which will be printed (19 x 14 cm).

d) DISCUSSION. A concise discussion of the results obtained, limited to what is original and other related directly and considered new data.

e) CONCLUSIONS. The format for sections Introduction, Results, Discussion and Conclusions is: bold, font size 16 and centered.

FORMAT SPECIFICATIONS FOR THE BODY OF WORK

1. Sections: Font size 16, centered, bold, with the first letter capitalized.
2. Subsections / Secondary Subtitles: Font size 14, centered, bold, with the first letter capitalized. When there are second grade subsections format in size 13 bold and centered.
3. Body: Font size 12, justified. There should NOT be line breaks between paragraphs.
4. Footnotes should be at the bottom of each page, font size 12 and justified.
5. Textual quotation with more than three lines: Source size 12, left margin of 4 cm.
6. Image Title: Font size 12, centered and bold, separated by two points from its description. Description of the images: size 12.
7. Images Footnotes: Font size 12 and centered with respect to the image, the first letter must be in capital letters.
8. Images: must be in the body of the text, inserted in png or jpg format, at least 300 dpi resolution and centered. Images should be in line with the text. Graphs, charts, photographs, diagrams and, in some cases, tables and equations are considered images.
9. Text Tables: Only The title of the columns of the tables must be in bold. Scientific names must be in italics. It is recommended to use the Tables as images, they should be centered (at least 300 dpi resolution).
10. Footnotes: Font size 12 and centered with respect to the table, the first letter must be in upper case.
11. Equations can be in Mathtype 1 or in image. In the latter case, follow the instructions in point 8.
12. Quotations of the author and year type must be in parentheses, with the author's last name followed by the year (Souza, 2007), first letter in capital letters.

8. LITERATURE CITED. All references must be cited using the APA stile. POLIBOTÁNICA requires the use of Mendeley® (free reference manager) for the entire bibliography.

STRUCTURE AND FORMAT OF ACKNOWLEDGMENTS AND BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

1. Acknowledgments must be after the last section of the body of the text. This information should be titled the word "Acknowledgments", or its equivalent in another language, in bold, size 12 and centered. The text of this information must be in size 12 justified.
2. Bibliographical references should be in alphabetical order without paragraph line jump, aligned to the left, in size 12.
3. Appendices, annexes, glossaries and other materials should be included after the bibliographic references. If these materials are extensive they should be created as PDF files.

9. REVIEW AND PUBLICATION

All articles submitted to the journal for publication will undergo a review "double-blind", they will be sent at least a couple of referees, recognized national or international experts that reviewed and evaluated and will be finally recommended the relevance or the publication of the article, it is noteworthy that this is the means that we have to take care of the level and quality of published articles.

Once accepted the article, the author will be charged \$15 USD per text page, regardless of how many pictures it contains.

Toda correspondencia relacionada con la revista deberá ser dirigida a:

Dr. Rafael Fernández Nava
Editor en Jefe de

POLIBOTÁNICA

Departamento de Botánica
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional
Apdo. Postal 17-564, CP 11410, Ciudad de México

Correo electrónico:
polibotanica@gmail.com
rfernand@ipn.mx

Dirección Web
http://www.polibotanica.mx

POLIBOTÁNICA es una revista indexada en:

CRMICYT - Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología

SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Google Académico - Google Scholar.

DOAJ, Directorio de Revistas de Acceso Público.

Dialnet portal de difusión de la producción científica hispana.

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

LATINDEX, Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

PERIODICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.



**Ciencia y
Tecnología**

Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Director General: *Dr. Arturo Reyes Sandoval*

Secretario General: *M en C. Ismael Jaidar Monter*

Secretario Académico: *M en E N A María Isabel Rojas Ruizb*

Secretario de Innovación e Integración Social: *M.C.E. Yessica Gasca Castillo*

Secretario de Investigación y Posgrado: *Dra. Martha Leticia Vázquez González*

Secretario de Servicios Educativos: *Dr. Marco Antonio Sosa Palacios*

Secretario de Administración: *Mtra. Ana María Arrona González*

Director de Educación Superior: *Lic. Tomás Huerta Hernández*

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Director

Dr. Mario Alberto Rodríguez Casas

Subdirectora Académica:

Biol. Elizabeth Guarneros Banuelos

Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación:

Dr. Edgar Gregorio Cárcamo Villalobos

Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social:

Biól. Gonzalo Galindo Becerril

POLIBOTÁNICA, Año 30, No. 62, Julio 2026, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas C.P. 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F. Teléfono 57296000 ext. 62331. <http://www.herbario.encb.ipn.mx/>, Editor responsable: Rafael Fernández Nava. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2015-011309001300-203. ISSN impreso: 1405-2768, ISSN digital: 2395-9525, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la ENCB del IPN, Rafael Fernández Nava, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas CP 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DOS ESQUEMAS DE FERTILIZACIÓN Y BIOHERBICIDAS EN MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL VALLE DEL YAQUI BAJO CONDICIONES DE CASA SOMBRA Y RIEGO LOCALIZADO

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TWO FERTILIZATION SCHEMES AND BIOHERBICIDES IN CORN (*Zea mays* L.) IN THE YAQUI VALLEY UNDER GREENHOUSE CONDITIONS AND LOCALIZED IRRIGATION

Arellano Gil, Maritza; Estrella Osuna, Luis Enrique; Verdugo Fuentes, Abel Alberto; Rodríguez Ramírez, Roberto; Villa Lerma, Alma Guadalupe; Valdez Mendoza, Brissa Jeaneth; Mungarro Ibarra, Catalina; Portillo García, Luis Enrique

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DOS ESQUEMAS DE FERTILIZACIÓN Y BIOHERBICIDAS EN MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL VALLE DEL YAQUI BAJO CONDICIONES DE CASA SOMBRA Y RIEGO LOCALIZADO
EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TWO FERTILIZATION SCHEMES AND BIOHERBICIDES IN CORN (*Zea mays* L.) IN THE YAQUI VALLEY UNDER GREENHOUSE CONDITIONS AND LOCALIZED IRRIGATION



Evaluación de la eficiencia de dos esquemas de fertilización y bioherbicidas en maíz (*Zea mays* L.) en el Valle del Yaqui bajo condiciones de casa sombra y riego localizado

Evaluation of the efficiency of two fertilization schemes and bioherbicides in corn (*Zea mays* L.) in the Yaqui Valley under greenhouse conditions and localized irrigation

Arellano Gil, Maritza; Estrella Osuna, Luis Enrique; Verdugo Fuentes, Abel Alberto; Rodríguez Ramírez, Roberto; Villa Lerma, Alma Guadalupe; Valdez Mendoza, Brissa Jeaneth; Mungarro Ibarra, Catalina; Portillo García, Luis Enrique

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DOS ESQUEMAS DE FERTILIZACIÓN Y BIOHERBICIDAS EN MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL VALLE DEL YAQUI BAJO CONDICIONES DE CASA SOMBRA Y RIEGO LOCALIZADO

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TWO FERTILIZATION SCHEMES AND BIOHERBICIDES IN CORN (*Zea mays* L.) IN THE YAQUI VALLEY UNDER GREENHOUSE CONDITIONS AND LOCALIZED IRRIGATION

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 62: 95-106. Julio 2026

DOI:
10.18387/polibotanica.62.7

Arellano Gil, Maritza / <https://orcid.org/0000-0001-9030-4689>

Estrella Osuna, Luis Enrique / <https://orcid.org/0009-0009-2301-0803>

Verdugo Fuentes, Abel Alberto / <https://orcid.org/0000-0002-1760-6709>

Autor de correspondencia: abel.verdugo@itson.edu.mx

Rodríguez Ramírez, Roberto / <https://orcid.org/0000-0002-8224-2286>

Villa Lerma, Alma Guadalupe / <https://orcid.org/0000-0003-0325-2054>

Valdez Mendoza, Brissa Jeaneth / <https://orcid.org/0009-0004-8391-5309>

Mungarro Ibarra, Catalina / <https://orcid.org/0009-0004-4694-627X>

Portillo García, Luis Enrique / <https://orcid.org/0000-0001-8953-097X>

Instituto Tecnológico de Sonora. Dirección de Recursos Naturales.

Antonio Caso 2266. Cd. Obregón, Sonora, México. CP 85130.

RESUMEN: El maíz es uno de los cereales más importantes a nivel mundial por su producción y consumo. Su producción implica el uso intensivo de fertilizantes y herbicidas químicos, que generan impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana, por lo que es importante la búsqueda de alternativas más sostenibles. Este estudio evaluó la eficiencia de dos bioherbicidas y dos esquemas de fertilización (convencional, agroecológico y testigo) en el desarrollo del maíz, bajo un diseño experimental de bloques al azar. Se midieron variables como altura, clorofila y peso de la planta. Para el control de malezas se utilizaron los bioherbicidas Herbitech y Kill Herbs, evaluando la densidad y altura de *Cynodon dactylon*, *Amaranthus* spp. y *Petunia parviflora*. Los resultados mostraron que la fertilización agroecológica favoreció mayores niveles de clorofila (82 %) y peso fresco de la planta (215 %), mientras que la convencional promovió mayor altura (53 %). En el control de malezas, ambos bioherbicidas fueron efectivos reduciendo significativamente la población de *C. dactylon* y *Amaranthus* spp., destacando Kill Herbs con un control de 86 % y 97 % respectivamente para las especies. El manejo agroecológico y uso bioherbicidas se presenta como una alternativa viable para una agricultura sostenible, mejorando la productividad y disminuyendo el impacto ambiental.

Palabras clave: agricultura sostenible; biofertilizantes; malezas.

ABSTRACT: Maize is one of the most important cereals globally due to its production and consumption. Its production involves the intensive use of chemical fertilizers and herbicides, which have negative impacts on the environment and human health, making it crucial to seek more sustainable alternatives. This study evaluated the efficiency of two bioherbicides and two fertilization schemes (conventional, agroecological, and control) on maize development in a randomized block design. Variables such as plant height, chlorophyll, and weight were measured. For weed control, the bioherbicides Herbitech and Kill Herbs were used, evaluating the density and height of *Cynodon dactylon*, *Amaranthus* spp., and *Petunia parviflora*. The results showed that agroecological fertilization promoted higher levels of chlorophyll (82%) and fresh plant weight (215%), while conventional fertilization promoted greater height (53%). Both bioherbicides were effective in significantly reducing the population of *C. dactylon* and *Amaranthus* spp., with Kill Herbs achieving control rates of 86 % and 97%, respectively, for these species. Agroecological management and the use of bioherbicides present a

viable alternative for sustainable agriculture, improving productivity and reducing environmental impact.

Key words: sustainable agriculture; biofertilizers; weeds.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales de mayor consumo y producción a nivel mundial. Desde épocas prehispánicas hasta la actualidad, este cultivo constituye la base del sistema alimentario (González-Santos *et al.*, 2023). Según datos de la FAO (2023), el maíz alcanzó una producción mundial estimada en más de 1,200 millones de toneladas. México es considerado como centro de origen del maíz por la extraordinaria diversidad que se originó a partir del teocinte, se ubica en el sexto lugar en términos del volumen de producción, con 27 millones de toneladas (SIAP, 2024).

El 80% de la superficie sembrada con maíz en México corresponde a sistemas de temporal, gestionados principalmente por productores de pequeña escala. En contraste, los maíces mejorados (híbridos) representan solo el 20% de la superficie cultivada y se concentran en zonas de riego, particularmente en el noroeste del país, donde predomina un modelo de producción intensivo basado en la elevada aplicación de insumos agroquímicos, incluyendo fertilizantes sintéticos y plaguicidas (Marcos-Solorio *et al.*, 2016). El Valle del Yaqui es una de las principales regiones agrícolas del noroeste del país, caracterizado por un clima semiárido, con bajas precipitaciones, cercanas a los 300 mm anuales y temperaturas extremas con un promedio anual de 23.3 °C (CONAGUA, 2024). Estas condiciones favorecen que la evaporación supere a la precipitación durante gran parte del año, lo que propicia la acumulación de sales y contribuye a la formación de suelos salinos comunes de estos ambientes. Así mismo, una gran proporción de estos suelos presenta erosión de moderada a muy severa, fenómeno que se ve agravado por la aridez y las condiciones climáticas, lo que favorece la presencia de malezas con alta capacidad de adaptación y persistencia, entre las que destacan *Cynodon dactylon*, *Amaranthus* spp. y *Petunia parviflora* (De los Santos-Villalobos *et al.*, 2016; Pulido-Madrigal, 2016).

C. dactylon es una gramínea perenne perteneciente a la familia Poaceae, con crecimiento rastrero y capacidad de propagación por medio de estolones y rizomas, lo que le permite formar coberturas y expandirse rápidamente por el suelo. Sus tallos son delgados, con hojas verdes grisáceas estrechas y una lígula compuesta por vellosidades. Presenta inflorescencia en espigas localizadas en el extremo de los tallos. Cuenta con un sistema radicular profundo y una alta tolerancia a la sequía y salinidad (Van De Wouw *et al.*, 2009; Rita *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2024).

Amaranthus spp. agrupa especies herbáceas de la familia Amaranthaceae, cuenta con rápido crecimiento y elevada producción de semillas. Sus tallos son erectos, hojas simples alternas e inflorescencias densas que favorecen su dispersión y establecimiento. Poseen metabolismo fotosintético tipo C4, lo que favorece su eficiencia en el uso del agua y su adaptación a ambientes cálidos. Además, toleran suelos de baja fertilidad y condiciones de sequía, lo que incrementa su competitividad y persistencia en sistemas agrícolas (Gins *et al.*, 2024; Segura-Jiménez & Jacobo-Velázquez, 2025; Siamey *et al.*, 2025).

P. parviflora es una planta herbácea anual de tipo rastrero perteneciente a la familia Solanaceae. Sus tallos son muy ramificados y con hojas pequeñas sésiles, jugosas y planas sin nerviación visible. Flores axilares diminutas de color violeta y con capacidad de producir abundantes semillas (Sierra-Muñoz *et al.*, 2015; Schutte *et al.*, 2021)

La presencia de malezas genera diversos impactos negativos en los cultivos, afectando múltiples procesos agrícolas. Estas plantas compiten directamente con los cultivos por nutrientes, agua y luz, lo que debilita su crecimiento y reduce su rendimiento. Este problema se traduce en pérdidas económicas significativas, superando el 50% de la producción (Fonteyne *et al.*, 2022). Los métodos más comunes de control son el mecánico y el uso de herbicidas químicos/sintéticos, entre ellos el glifosato, que en los últimos años se han reportado efectos adversos tanto ambientales como a la salud humana (Khanh *et al.*, 2007). Para el cual, el gobierno mexicano emitió un decreto en 2020 para la su eliminación gradual, basándose en estudios sobre sus efectos para la salud y medio ambiente. Sin embargo, se postergó la aplicación de la medida con el

propósito de buscar una alternativa de un producto efectivo y de baja toxicidad, que permita mantener la producción agrícola (DOF, 2020, 2023)

Los fertilizantes y herbicidas químicos representan un componente importante en la agricultura, su aplicación constante permite mantener altos rendimientos de los cultivos. Sin embargo, aunque son fundamentales para aportar nutrientes y sostener la productividad, se han convertido en uno de los principales factores asociados a los desafíos ambientales actuales (Urías-Rivas *et al.*, 2024). En este contexto, la agroecología surge como un enfoque que busca optimizar el uso de los recursos naturales, reducir la dependencia de insumos externos y promover prácticas sostenibles que mantengan la fertilidad del suelo y la resiliencia de los sistemas productivos (Macías-Barberán, 2025). Dentro de las prácticas agroecológicas, el uso de bioherbicidas es una estrategia para suprimir las poblaciones de malezas con un riesgo reducido para el ambiente y la salud. Estos productos se obtienen a partir de organismos vivos o de las sustancias que ellos producen. Actúan a través de diversos mecanismos fisiológicos y bioquímicos, como daños en la membrana, inhibición de la germinación, alteración del proceso de fotosíntesis, disminución de la división celular, inducción de especies reactivas de oxígeno (ROS), entre otras, lo que los convierten en una alternativa más sostenibles frente a los herbicidas sintéticos (Bailey, 2014; Radhakrishnan *et al.*, 2018).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de dos bioherbicidas y dos esquemas de fertilización en el desarrollo del cultivo de maíz en el Valle del Yaqui bajo condiciones de casa sombra y riego localizado, para la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

El experimento se desarrolló en condiciones de casa sombra y riego localizado en el Centro Experimental y Transferencia de Tecnología (CETT) del Instituto Tecnológico de Sonora, ubicado en el Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora, México (27 ° 22' 1.6'' Lat. N, 109 ° 54' 47'' Long. O). El suelo del sitio experimental es arcilloso ligeramente salino con pH = 7.78 y 0.91 % de materia orgánica.

Establecimiento y manejo del experimento

Después de la preparación del suelo mecanizada (cinceleo, rastreo cruzado y levantamiento de surcos), se llevó a cabo la aplicación de fertilizantes en presiembra. Posteriormente, se instaló el riego por goteo utilizando una cinta de la marca TORO® AquaTraxx, de 16 mm, goteros separados a 20 cm y gasto de 4 L h⁻¹ con presión de 12 psi. La siembra se realizó en húmedo el 16 de febrero de 2024, con 12.5 cm de separación entre plantas y 4 cm de profundidad. Las semillas de maíz se sembraron directamente al suelo, en surcos de 12 m de largo por 1.6 m de ancho, con un área total de 96 m². Se utilizaron semillas de maíz híbrido Ceres Edison 5000. Es un material de ciclo intermedio, con 90–94 días a floración y 186–192 días a cosecha. Presenta grano de color blanco, altura de planta de 268–272 cm, altura de mazorca de 150–164 cm y tolerancia al acame.

Factor de estudio y diseño experimental

Se evaluaron tres esquemas de fertilización en dos surcos cada uno: convencional (F1), agroecológica (F2) y testigo sin aplicación (F3). Los tratamientos se describen en el Cuadro 1. En el manejo convencional los fertilizantes se aplicaron en banda a lo largo de las hileras de cultivo, siguiendo recomendaciones por la agenda técnica agrícola para Sonora (SAGARPA, 2017). Para el agroecológico, los productos se aplicaron por drench (a la base del tallo) con una mochila de aspersión con capacidad de 15 L.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de esquemas de fertilización aplicados en plantas de maíz.**Table 1.** Description of the fertilization scheme treatments applied to maize plants

Esquema de fertilización	Composición	Dosis	Tiempo de aplicación
Convencional (F1)	Urea		A los 0 días el 50 % del N
	Fosfato monoamónico (MAP)	400:80 (N:P)	y el 100 % de P. A los 27 dds el resto de N
Agroecológica (F2)	Lombricomposta	10 ton ha ⁻¹	Presiembra
	Hidrolizado de gallinaza (Gaius)	4 L ha ⁻¹	34 dds
	Ácidos fúlvicos al 30 %	7 L ha ⁻¹	34 dds
	Biol de naranja	200 L ha ⁻¹	38 dds
	Lixiviado de lombriz	567 L ha ⁻¹	38 dds
Testigo (F3)	Agua (riego)	-----	-----

Como experimento independiente, dentro del manejo agroecológico (F2) se establecieron subparcelas correspondientes a tres tratamientos bioherbicidas: Herbitech (H1), Kill Herbs (H2) y un testigo sin aplicación (H3). Los tratamientos se distribuyeron al azar en dos bloques (surcos) de 3 m de longitud, separados entre sí por 1 m. En cada una de las seis unidades experimentales se definieron dos sitios de evaluación. Ambos bioherbicidas se aplicaron a una dosis de 3 L ha⁻¹, a los 20 dds del cultivo, la aplicación se realizó en preemergencia de las malezas y post-emergente al cultivo, evitando el contacto directo con las plantas del mismo. Se utilizó una mochila de aspersión con capacidad de 15 L.

Variables de estudio

Los tratamientos de esquemas de fertilización se evaluaron al término del experimento (81 dds). La altura de las plantas de maíz y malezas se midieron con un flexómetro, se tomó en cuenta la medida desde la base del tallo hasta el extremo más alto de la planta. La determinación de clorofila se realizó con el medidor de campo portátil Minolta SPAD® 502 (Soil Plant Analysis Development), que calcula la cantidad relativa de clorofila presente mediante la medición de la absorción de la hoja en dos regiones de longitud de onda; en las regiones roja y cercana a infrarroja. Utilizando estas dos transmisiones el medidor calcula el valor numérico SPAD que es proporcional a la cantidad de clorofila presente en la hoja en correspondencia con el tono verde de las hojas. El peso fresco se determinó en plantas completas de maíz (parte aérea) en una báscula electrónica. Para lo cual se seleccionaron tres plantas al azar de cada tratamiento, de las cuales se obtuvo el peso de tallos y hojas.

La eficiencia en el control de las malezas se evaluó a los 0, 7, 14, 21 y 28 dda (días después de la aplicación), contando el número de plantas presentes y la altura máxima (cm). El número de plantas malezas presentes se determinó al colocar un cuadro de 0.50 x 0.50 m, contabilizando el total de plantas presentes dentro del cuadro y extrapolando a la subparcela. Estas mediciones se realizaron por duplicado en cada unidad experimental.

Análisis estadísticos

Con los datos obtenidos en cada variable evaluada, se realizó un análisis de varianza para los tratamientos de esquemas de fertilización y otro para los tratamientos del control de malezas, de una vía ($\alpha \leq 0.05$) y comparación de medias con Tukey, con el software estadístico IBM SPSS Statistics 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los esquemas de fertilización en el cultivo de maíz

Los tratamientos de los esquemas de fertilización ejercieron un efecto notable en el crecimiento y nutrición del cultivo de maíz, lo cual fue evidente a simple vista (Figura 1). El análisis estadístico confirmó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos. En la variable altura de planta, el tratamiento F1 (Convencional) presentó el mayor valor con 308.7 cm, seguido por el manejo con fertilización agroecológica (F2) con 13% menos y finalmente el testigo absoluto (F3) con 35% menos altura.



Figura 1. Efecto del desarrollo de plantas de maíz en respuesta a la fertilización agroecológica y convencional. F1: Fertilización convencional; F2: Fertilización agroecológica; F3: Testigo

Figure 1. Effect of maize plant development in response to agroecological and conventional fertilization. F1: Conventional fertilization; F2: Agroecological fertilization; F3: Control

La altura de la planta fue significativamente diferente para todos los tratamientos. La altura estimada según la compañía semillera para esta variedad es de 268–272 cm, por lo que los tratamientos F1 y F2 se encuentran dentro del rango esperado, estadísticamente superiores al tratamiento testigo (Tabla 1). El manejo convencional (F1) presentó los mayores valores. La fertilización con urea aporta nitrógeno (N), que mejora el proceso fotosintético al favorecer la síntesis de clorofila. Esto contribuye a prolongar la actividad del área foliar, incrementar la tasa de asimilación neta y, en consecuencia, promover una mayor acumulación de biomasa, altura y rendimiento de las plantas (Morales-Morales *et al.*, 2019). Por su parte, la aplicación de MAP, aporta fósforo (P), que interviene en la mayoría de los procesos metabólicos esenciales de las plantas, como la fotosíntesis y la respiración. Además, participa en la formación de azúcares, favorece el desarrollo del sistema radicular, el crecimiento de tallos y hojas (Mixquititla-casbis & Villegas-Torres, 2016). Por su parte, F2 también obtuvo un incremento significativo en altura en comparación con el testigo. Productos orgánicos como la lombricomposta se caracterizan por incrementar la actividad microbiana y enzimática, mejorar la biodiversidad del suelo, favorecer la disponibilidad de nutrientes, la fertilidad del suelo y contribuir a la reducción de patógenos y metales pesados (Rincones *et al.*, 2023). Estos resultados coinciden con los reportados por Jiménez-Camacho *et al.* (2024) quienes revelan que el uso de bioproductos como lixiviado de compost de pulpa de café promovió un aumento significativo en la altura de las plantas de maíz en comparación con plantas no tratadas. De manera similar, Zermeno-González *et al.* (2015) observaron efectos positivos en la altura de plantas de maíz al incrementar 17% con la aplicación de fertilizantes biológicos derivados de algas marinas, lo atribuyen a que son una fuente natural de fitohormonas como auxinas y citoquininas. Así mismo, en un estudio realizado por Jalil y Alejandro (2023) al evaluar el crecimiento y rendimiento de maíz utilizando diferentes fertilizantes orgánicos, la aplicación de lombricomposta fue el tratamiento que obtuvo la mayor altura de plantas de maíz.

Tabla 1. Prueba de comparación de medias de la altura, peso fresco y clorofila (unidades SPAD) de plantas de maíz en respuesta a la fertilización agroecológica y convencional.

Table 1. Mean comparison test of height, fresh weight, and chlorophyll content (SPAD units) of maize plants in response to agroecological and conventional fertilization.

Tratamiento	Altura (cm)		Peso fresco (g)		Clorofila (SPAD)	
F1 Convencional	308.7 ± 5.03	a	1063.0 ± 62.07	a	48.1 ± 1.95	b
F2 Agroecológico	269.3 ± 4.62	b	1148.3 ± 179.18	a	57.6 ± 0.80	a
F3 Testigo	201.2 ± 21.93	c	364.5 ± 139.87	b	31.7 ± 2.63	c

Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

Means with the same letter within each column are statistically equal (Tukey, $p \leq 0.05$).

En las variables de peso fresco y clorofila (Unidades SPAD) se observó un cambio en el comportamiento en comparación con la altura, favoreciendo al tratamiento F2. En peso fresco, el tratamiento F2 fue estadísticamente similar a F1, con un incremento del 7% respecto a este último. En contraste, F3 presentó un valor 68% menor que F2. Estos resultados coinciden con los reportes de varios autores al utilizar composta, lombricomposta y lixiviados derivados de las mismas, los cuales estimularon una mayor producción de biomasa en maíz comparado con fertilización química (Méndez-Moreno *et al.*, 2012; Sumano-López *et al.*, 2025). Esto indica que el manejo agroecológico es una alternativa viable al manejo convencional en términos de biomasa producida.

Para clorofila (Unidades SPAD) los tratamientos mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$). F2 obtuvo los mayores resultados (57.6), seguido por F1 con 16 % menos, mientras que F3 registró un valor 45% inferior a F2. El esquema combinado de lombricomposta, hidrolizado de gallinaza, ácidos fúlvicos, biol de naranja y lixiviados de lombriz favorecieron el color verde intenso de la planta indicativo de una excelente actividad fotosintética. El lixiviado de lombriz aporta nutrientes esenciales como N, P, K y micronutrientes, enzimas y microorganismos benéficos que favorecen el desarrollo radicular, la asimilación y la retención de nutrientes, en particular N, clave en la síntesis de clorofila, lo que se refleja directamente en valores más altos del índice SPAD (Barragán, 2017; García-Monroy & Gutiérrez-Esquivel, 2021). Por su parte, el hidrolizado de gallinaza suministra macronutrientes y actúa como bioestimulante que mejora la fotosíntesis y favorece el crecimiento vegetal. El biol de naranja proporciona nutrientes, azúcares y ácidos orgánicos que estimulan la actividad microbiana, favorecen el desarrollo radicular y mejora en la calidad del suelo. Finalmente, los ácidos fúlvicos actúan como agentes quelantes y favorecen el intercambio iónico, lo que incrementa la disponibilidad y absorción de nutrientes por parte de la planta. Además de contener grupos funcionales como carboxilo, quinona, hidroxilo fenólico, amida, entre otros, que permiten interactuar con los grupos amida en la urea, lo que contribuye a eficientar el uso del N (Giannini *et al.*, 2022). En conjunto, estas interacciones mejoran el estado nutrimental del cultivo, favoreciendo una mayor eficiencia fotosintética y, en consecuencia, un mejor desarrollo vegetal. Se ha reportado que diferentes estrategias de nutrición o bioestimulación agroecológica favorecen las unidades SPAD: derivados de algas marinas en maíz forrajero, humus de lombriz y bioproductos en tomate, ácidos fúlvicos y urea en maíz de grano (Fernández-Delgado *et al.*, 2021; Gao *et al.*, 2022; Zermeno-González *et al.*, 2015). Sin embargo, también se ha encontrado resultados contradictorios favoreciendo la fertilización química en comparación con la orgánica, en valores SPAD, atribuyéndolo a la mayor concentración de nutrientes (N y Mg) que son el componente de la estructura de la molécula de clorofila (Abdullah & AL-Obaidy, 2023).

Efecto de los bioherbicidas en el control de malezas

Entre las malezas que se presentaron, las más frecuentes fueron *Amaranthus* spp., *Petunia parviflora* y *Cynodon dactylon*. Ésta última, conocida comúnmente como pasto bermuda, fue la más abundante, es una gramínea perenne que tiene alta capacidad de dispersión, establecimiento y tolerancia a factores adversos, lo que le confiere la capacidad de competir con éxito frente a los cultivos (Soares *et al.*, 2023).

En la Tabla 2 se muestra el efecto de los bioherbicidas Herbitech (H1) y Kill Herbs (H2), en comparación con un testigo sin aplicación (H3), sobre la densidad poblacional en número de plantas (NP) y la altura máxima (AM) de las tres especies de malezas. El día 0 corresponde a las condiciones previas a la aplicación de los tratamientos, tomadas como referencia para evaluar los cambios en la población y el crecimiento de malezas a los 28 días después de la aplicación de los bioherbicidas.

Tabla 2. Prueba de comparación de medias del número de plantas (NP) y altura máxima (AM) en cm de tres especies de malezas *Cynodon dactylon*, *Amaranthus* spp. y *Petunia parviflora* asociadas a plantas de maíz en respuesta a la aplicación de bioherbicidas

Table 2. Mean comparison test of the number of plants (NP) and maximum height (AM) in cm of three weed species *Cynodon dactylon*, *Amaranthus* spp., and *Petunia parviflora* associated with maize plants in response to bioherbicide application.

dda	Tratamientos	<i>C. dactylon</i>		<i>Amaranthus</i> spp		<i>P. parviflora</i>	
		NP	AM	NP	AM	NP	AM
0	Herbitech (H1)	15.8 ± 17.9 a	5.5 ± 4.4 a	4.5 ± 2.3 a	5.5 ± 4.4 a	0.3 ± 0.5 a	0.5 ± 1.0 a
	Kill Herbs (H2)	13.3 ± 4.5 a	5.0 ± 1.15 a	8.3 ± 3.0 a	5.0 ± 1.1 a	2.3 ± 1.7 a	0.5 ± 1.0 a
	Testigo (H3)	19.8 ± 10.4 a	4.5 ± 2.5 a	7.5 ± 4.4 a	4.5 ± 2.5 a	0.8 ± 1.5 a	0.5 ± 1.0 a
7	Herbitech (H1)	9.0 ± 14.2 ab	8.5 ± 12.2 a	0.8 ± 0.9 b	1.3 ± 1.8 b	0.3 ± 0.5 a	0.5 ± 1.0 a
	Kill Herbs (H2)	4.5 ± 1.7 b	22.3 ± 24.5 a	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
	Testigo (H3)	24.5 ± 9.7 a	29.8 ± 31.2 a	10.3 ± 5.3 a	10.5 ± 4.6 a	1.0 ± 1.4 a	2.0 ± 2.8 a
14	Herbitech (H1)	4.8 ± 4.3 b	12.3 ± 13.3 a	1.5 ± 1.2 b	2.6 ± 2.4 b	2.0 ± 2.0 a	0.5 ± 1.0 b
	Kill Herbs (H2)	3.5 ± 2.0 b	21.5 ± 23.5 a	0.3 ± 0.5 b	0.5 ± 1.0 b	1.0 ± 1.3 a	0.0 ± 0.0 b
	Testigo (H3)	29.3 ± 14.6 a	43.3 ± 24.7 a	9.0 ± 5.3 a	26.5 ± 9.9 a	1.7 ± 1.5 a	13.5 ± 6.7 a
21	Herbitech (H1)	5.8 ± 3.8 b	15.3 ± 14.2 b	2.3 ± 1.2 ab	5.8 ± 5.5 b	0.3 ± 0.5 b	0.5 ± 1.0 b
	Kill Herbs (H2)	4.8 ± 2.2 b	24.5 ± 21.8 b	0.3 ± 0.5 b	1.0 ± 2.0 b	0.3 ± 0.5 b	0.5 ± 1.0 b
	Testigo (H3)	38.8 ± 26.8 a	93.5 ± 13.1 a	8.8 ± 5.7 a	52.5 ± 26.7 a	2.8 ± 10.5 a	9.3 ± 7.0 a
28	Herbitech (H1)	7.8 ± 2.6 b	21.3 ± 21.1 b	2.3 ± 1.2 ab	15.5 ± 17.3 b	1.5 ± 1.7 a	1.3 ± 1.2 b
	Kill Herbs (H2)	5.8 ± 2.9 b	25.0 ± 9.4 b	0.3 ± 0.5 b	2.3 ± 4.5 b	1.0 ± 1.5 a	2.3 ± 2.0 b
	Testigo (H3)	40.5 ± 25.6 a	127.8 ± 14.8 a	10.0 ± 6.7 a	81.5 ± 34.4 a	2.8 ± 1.5 a	15.0 ± 8.4 a

Medias con letras iguales dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

Means with the same letter within each column are statistically equal (Tukey, $p \leq 0.05$).

Para la especie *C. dactylon*, en el 7 dda se observa una disminución en la población y altura de la planta, siendo H2 el tratamiento más efectivo para el número de plantas. Los bioherbicidas mostraron un efecto significativo en comparación al testigo, disminuyendo el número de plantas en 84 y 88%, 85 y 88%, 81 y 86% para H1 y H2 respectivamente, en los 14, 21 y 28 dda. La altura máxima de esta maleza disminuyó significativamente a los 21 y 28 dda de los bioherbicidas en comparación al testigo.

Para *Amaranthus* spp. al momento de la aplicación los tratamientos tenían una densidad similar (4.5 a 8.3 plantas). Los bioherbicidas (H1 y H2) lograron reducir significativamente el número de plantas, manteniendo un valor cercano a cero y una altura máxima por debajo de los 3 cm para los 7 y 14 dda. En contraste, H3 mostró un incremento progresivo en número de plantas y altura máxima, alcanzando 10 plantas y 81.5 cm al 28 dda. Esto indica que ambos bioherbicidas fueron muy efectivos para el control de esta especie.

C. dactylon y *Amaranthus* spp. fueron las especies de maleza encontradas con mayor densidad en este estudio. Ambas especies comúnmente son asociadas como dominantes en campos de cultivo de maíz (Sharma & Rayamajhi, 2022). Por su parte, la especie *P. parviflora* presentó una baja densidad desde el inicio del experimento, con valores inferiores a 3 plantas y altura máxima de 0.5 cm. Al 28 dda se observó un aumento en el número de plantas (2.8 plantas) y un aumento

significativo en la altura (15 cm) para H3. En cambio, los bioherbicidas (H1 y H2) lograron mantener valores bajos durante todo el periodo de evaluación.

Los resultados obtenidos evidencian que ambos tratamientos (Herbitech y Kill Herbs) fueron efectivos en el control de malezas evaluadas (Figura 2). Este efecto se atribuye a los ingredientes de ambos productos, entre los que destaca el hongo *Puccinia* spp. Uno de los mecanismos por el cual estos hongos ejercen efectos sobre las malezas es la producción de enzimas que degradan la pared celular de la planta, además de producir metabolitos como micotoxinas con efectos citotóxicos o fisiológicos en las plantas infectadas, que pueden inducir necrosis, inhibición del crecimiento y otros síntomas que contribuyen a la supresión efectiva de las malezas (Ocán-Torres *et al.*, 2024). *Puccinia* spp. se ha caracterizado por inhibir la germinación de semillas y el crecimiento estas plantas (Golijan-Pantović *et al.*, 2023). Este hongo ha demostrado su potencial como herbicida al reducir los componentes de crecimiento de coquillo (*Cyperus rotundus*) sin mostrar infectividad para el cultivo de interés comercial (Gupta *et al.*, 2002).

El aceite de coco (ingrediente de ambos bioherbicidas evaluados), contiene tocotrienoles, ácidos cáprico, caproico y láurico, lo que le confiere potencial como adyuvante natural en la formulación de herbicidas al disminuir la tensión superficial, la humectación, tiempo de penetración y aumento del diámetro de esparcimiento y la retención máxima; esto según reportes de Ma *et al.* (2021) en el herbicida nicosulfurón contra *Digitaria sanguinalis* y *Amaranthus retroflexus* en un campo de maíz. El aceite de coco en mezcla con aceites esenciales ha demostrado controles incluso más efectivos que el glifosato al suprimir plantas que afectan a cultivos (Giannini *et al.*, 2022).



Figura 2. Efecto en la densidad poblacional y altura de tres especies de malezas (*Cynodon dactylon*, *Amaranthus* spp. y *Petunia parviflora*) asociadas a plantas de maíz en respuesta a la aplicación de bioherbicidas. H1: Herbitech; H2: Kill Herbs; H3: Testigo

Figure 2. Effect on population density and height of three weed species (*Cynodon dactylon*, *Amaranthus* spp., and *Petunia parviflora*) associated with maize plants in response to bioherbicide application. H1: Herbitech; H2: Kill Herbs; H3: Control.

Si bien, ambos bioherbicidas mostraron ser efectivos para controlar las especies de *C. dactylon*, *Amaranthus* spp. y *P. parviflora*, Kill Herbs logró mantener el número de plantas y su altura en niveles considerablemente más bajos respecto al testigo y a Herbitech. Kill Herbs contiene extractos alelopáticos de plantas silvestres, con metabolitos secundarios que inhiben el crecimiento de especies vegetales, con un efecto prolongado similar a los herbicidas (Soto-Barajas *et al.*, 2025).

El uso de bioherbicidas representa una estrategia prometedora dentro del enfoque agroecológico para el control de malezas, gracias a su origen biológico y bajo impacto ambiental, reduciendo la dependencia de productos herbicidas sintéticos (Petraki *et al.*, 2024).

CONCLUSIONES

La fertilización agroecológica favoreció el contenido de clorofila y el peso fresco de las plantas, mientras que la fertilización convencional se asoció a un mayor crecimiento en altura del cultivo de maíz. En el control de malezas ambos bioherbicidas resultaron efectivos, destacando Kill Herbs por su mayor persistencia del efecto sobre las especies evaluadas. Estos resultados sugieren que el uso de esquemas de fertilización y bioherbicidas como prácticas agroecológicas, representa una alternativa viable y sostenible para mejorar el estado fisiológico del cultivo y el manejo integrado de malezas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación PROFAPI del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Folio 2024_102.

LITERATURA CITADA

- Abdullah, H. O., & AL-Obaidy, K. S. (2023). Response of sweet corn (*Zea mays saccharata* L.) to different levels of organic and inorganic fertilizer. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1252/1/012065>
- Bailey, K. L. (2014). The Bioherbicide Approach to Weed Control Using Plant Pathogens. In *Integrated pest management* (Academic P). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398529-3.00014-2>
- Barragán, C. (2017). Efecto de la aplicación de sustancias húmicas, fúlvicas y fertilización en el desarrollo de plántulas de plátano en vivero. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2024). *Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvias*.
- De los Santos-Villalobos, S., Ayala-Zepeda, M., & Bórquez-Holguín, R. (2016). Estrategia para la conservación del suelo. In *Ciencia y desarrollo* (pp. 26–31).
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2020). *Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e im.* <https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5609365>
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2023). *Decreto establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado.* https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5679405&fecha=13/02/2023#gsc.tab=0
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2023). *FAOSTAT Database*. <https://www.fao.org/faostat/>
- Fernández-Delgado, J., Hernández-Díaz, M. I., & Salgado-Pulido, J. M. (2021). Sistemas de biofertilización en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Avances*, 23(4), 384–396.
- Fonteyne, S., Leal-González, A. J., Osorio-Alcalá, L., Villa-Alcántara, J., Santos-Rodriguez, C., Núñez-Peñaloza, O., Ovando-Galdámez, J. R., Gopal-Singh, R., & Verhulst, N. (2022). Weed Research - 2022 - Fonteyne - Weed management and tillage effect on rainfed maize production in three agro-ecologies. *Weed Research*, 62, 224–239. <https://doi.org/10.1111/wre.12530>
- Gao, F., Li, Z., Du, Y., Duan, J., Zhang, T., Wei, Z., Guo, L., Gong, W., Liu, Z., & Zhang, M. (2022). The Combined Application of Urea and Fulvic Acid Solution Improved Maize

- Carbon and Nitrogen Metabolism. *Agronomy*, 12(6), 1–16. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061400>
- García-Monroy, A., & Gutiérrez-Esquivel, I. (2021). Sistema de automatización para una lombricomposta. *Revista Electrónica Sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*.
- Giannini, V., Harris, J. R., Todde, P., & McElroy, J. S. (2022). Concurrent weed growth suppression with essential oils and species-specific response to fractionated coconut oil. *Industrial Crops and Products*. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114850>
- Gins, E. M., Baikov, A. A., Khasanova, S. D., Goryunova, S. V, Gins, V. K., Gins, M. S., & Motyleva, S. M. (2024). *Amaranthus* species assessment for morphological and biochemical parameters. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56(4), 1387–1399.
- Golijan-Pantović, J., Sečanski, M., Gordanić, S., & Šarčević-Todosijević, L. (2023). Weed biological control with fungi-based bioherbicides. *Acta Agriculturae Serbica*, 28(55), 23–37. <https://doi.org/10.5937/aaser2355023g>
- González-Santos, R., Hernández-Sandoval, L., Hernández-Puente, K. N., & Ortega-Paczka, R. (2023). Distribution and Ecogeographical Characterization of maize native to Querétaro, Mexico. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 46(4), 341–348. <https://doi.org/10.35196/RFM.2023.4.341>
- Gupta, P., Kumar, V., Mishra, K., Thiagarajan, V., & Datta, R. (2002). A potential bioherbicide agent for biocontrol of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in mulberry. *Journal of Phytopathology*, 150(4–5), 263–270.
- Jalil, A. A., & Alejandro, R. L. (2023). Growth and yield performance of corn (*Zea mays*) as affected by the application of different organic fertilizers. *International Journal of Multidisciplinary Research and Publication*, 5(9), 74–77.
- Jiménez-Camacho, P. S., Brenes-Rojas, P., Vargas-Meneses, C., Chaves-Garita, O. A., & Naranjo-Zúñiga, V. R. (2024). Evaluación del biofertilizante generado por el lixiviado del compost de la pulpa de café Pablo. 27(1), 49–60.
- Khanh, T., Chung, I., Tawata, S., & Xuan, T. (2007). Allelopathy for weed management in sustainable agriculture. *Cabi Reviews*. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20072034>
- Ma, S., Jia, R., Liu, L., Zhu, Z., Qiao, X., Zhang, W., & Dong, J. (2021). The adjuvant effects of rosin and coconut oil on nicosulfuron and mesotrione to control weeds. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 225(112766). <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112766>
- Macías-Barberán, J. (2025). Sistemas agroecológicos como alternativa para enfrentar el cambio climático. *Revista Ciencia Agraria*, 4(1), 7–21.
- Marcos-Solorio, B., Martínez-Campos, Á. R., López-Urquidez, G. A., López-Orona, C. A., & Arteaga-Reyes, T. T. (2016). La biomasa de los sistemas productivos de maíz nativo (*Zea mays*) como alternativa a la captura de carbono. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 32(3), 361–367. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.03.10>
- Méndez-Moreno, O., Leon-Martínez, N. S., Gutierrez-Miceli, F. A., Rincon-Rosales, R., & Álvarez-Solis, J. D. (2012). Effect of earthworm humus application in the maize growth and grain yield. *Gayana Bot*, 69, 49–54.
- Mixquititla-casbis, G., & Villegas-Torres, Ó. (2016). Importancia de los fosfatos y fosfitos en la nutrición de cultivos. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 2(3), 55–61.
- Morales-Morales, E., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campo, Á., & Morales-Rosales, E. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales In. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1875–1886.
- Ocán-Torres, D., Martínez-Burgos, W. J., Manzoki, M. C., Soccol, V. T., Neto, C. J. D., & Soccol, C. R. (2024). Microbial bioherbicides based on cell-free phytotoxic metabolites: analysis and perspectives on their application in weed control as an innovative sustainable solution. *Plants*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/plants13141996>
- Petraki, D., Kanatas, P., Zannopoulos, S., Kokkini, M., Antonopoulos, N., Gazoulis, I., & Travlos, I. (2024). Agroecological weed management and the potential role of fungi-based bioherbicides in conservation: Advantages, Applications and Future Prospects. *Conservation*, 4(4), 847–859. <https://doi.org/10.3390/conservation4040050>
- Pulido-Madrigal, L. (2016). Climate change, soil salinity and crop production in irrigation areas.

Recibido / Received:
18/febrero/2026

**Recepción de versión
corregida / Revised
version received:**
1/mayo/2026

Aceptado / Accepted:
26/mayo/2026

- Terra Latinoamericana*, 34, 207–218.
- Radhakrishnan, R., Alqarawi, A., & Abd_Allah, E. (2018). Bioherbicides: current knowledge on weed control mechanism. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 158, 131–138. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.04.018>
- Rincones, P., Zapata, J., & Figueroa, O. (2023). Evaluación de sustratos sobre los parámetros productivos de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). *Información Tecnológica –*, 34(2), 11–20. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642023000200011>
- Rita, P., Aninda, M., & Animesh, D. K. (2012). An updated overview on *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*, 3(1), 11–14.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2017). *Agenda Técnica Agrícola de Sonora*.
- Schutte, B. J., Rashid, A., Marquez, I., Lehnhoff, E. A., & Beck, L. L. (2021). Seaside petunia susceptibility to herbicides used in dry bulb onion. *HortTechnology*, 31(6), 679–687. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04898-21>
- Segura-Jiménez, M., & Jacobo-Velázquez, D. (2025). *Amaranthus* spp.: A multifunctional crop at the nexus of nutrition, health, and sustainable innovation. *Journal of Agriculture and Food Research Journal*, 24(August). <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102322>
- Sharma, N., & Rayamajhi, M. (2022). Different aspects of weed management in maize (*Zea mays* L.): A brief review. *Advances in Agriculture*. <https://doi.org/10.1155/2022/7960175>
- Siamey, J., Amissah, J. N., Ofori, P. A., Amoah, R. A., Mensah, E. O., & Kotey, D. A. (2025). Agro-morphological and molecular characterization of *Amaranthus* genotypes. *PLoS One*, 20(9), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0328567>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2024). *Panorama Agroalimentario 2023*.
- Sierra-Muñoz, J. C., Siqueiros-Delgado, M. E., Flores-Ancira, E., Moreno-Rico, O., & Arredondo-Figueroa, J. L. (2015). Riqueza y distribución de la familia Solanaceae en el estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 93(1), 97–117. <https://doi.org/10.17129/botsci.63>
- Soares, P. R., Galhano, C., & Gabriel, R. (2023). Alternative methods to synthetic chemical control of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(51). <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00904-w>
- Soto-Barajas, M. C., Prado, B., López-Vadillo, A. E., & Rodríguez-Ávila, N. L. (2025). Extractos botánicos como herbicidas potenciales en un cultivo de maíz. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 41, 223–234. <https://doi.org/10.20937/rica.55191>
- Sumano-López, D., Barrón-Freyre, S., Ramírez-Guillermo, M. A., Palma-Cancino, D. J., Salgado-Velázquez, S., & Rodríguez-Cuevas, M. (2025). Performance of corn (*Zea mays* L.) with application of poultry manure and leachates as organic fertilizer. *Agro Productividad*, 18(2), 135–148. <https://doi.org/10.32854/agrop.v18i2.3251>
- Uriás-Rivas, M. O., Benítez-Dieíguez, I., & Bojórquez-López, M. (2024). Efectos de las prácticas de agroquímicos en la salud humana y el medio ambiente en la agricultura sostenible. *RA XIMHAI*, 1(1), 151–171. <https://doi.org/10.35197/rx.20.02.2024.07.mu>
- Van De Wouw, M., Mohammed, J., Jorge, M. A., & Hanson, J. (2009). Agro – morphological characterisation of a collection of *Cynodon*. *Tropical Grasslands*, 43(3), 151–161.
- Zermeño-González, A., Cárdenas-Palomo, J. O., Ramírez-Rodríguez, H., Benavides-Mendoza, A., Cadena-Zapata, M., & Campos-Magaña, S. G. (2015). Fertilización biológica del cultivo de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12, 2399–2408.
- Zhang, P., Wang, P., & Jin, S. (2024). Study on the morphology and mechanical properties of *Cynodon dactylon* in the riparian zone slopes of a Large Reservoir. *Applied Sciences*, 14(2888). <https://doi.org/10.3390/app14072888>