

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.

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; Saldaña, Riley Christian Anabí; Moreno Rodríguez, Adriana; De Fuentes Vicente, José Antonio; de la Cruz Chacón, Iván

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



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0
Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

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

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

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 62: 251-270. Julio 2026

DOI:

10.18387/polibotanica.62.17

Santiago-Martínez, Angeles / <https://orcid.org/0009-0008-9668-0325>
Riley-Saldaña, Christian Anabí / <https://orcid.org/0000-0002-8069-0536>

Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal,
Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Ciencias y Artes de Chiapas,
UNICACH, Libramiento Norte Poniente 1150,
Tuxtla Gutiérrez 29039, Chiapas, México

Moreno-Rodríguez, Adriana / <https://orcid.org/0000-0003-4100-8255>
Laboratorio de Estudios Epidemiológicos, Clínicos, Diseños Experimentales e
Investigación, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma "Benito
Juárez" de Oaxaca, Avenida Universidad S/N,
Ex Hacienda Cinco Señores, Oaxaca 68120, México.

De-Fuentes-Vicente, José Antonio / <https://orcid.org/0000-0001-6507-0964>
Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Molecular.
Universidad Autónoma de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH,
Libramiento Norte Poniente 1150, Tuxtla Gutiérrez 29039, Chiapas, México.

De-la-Cruz-Chacón, Iván / <https://orcid.org/0000-0001-9908-6278>
Autor de correspondencia: ivan.cruz@unicach.mx
Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal,
Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Ciencias y Artes de Chiapas,
UNICACH, Libramiento Norte Poniente 1150,
Tuxtla Gutiérrez 29039, Chiapas, México

RESUMEN: *Dysphania ambrosioides* es una planta aromática utilizada en la medicina tradicional con propiedades antifúngicas y antiparasitarias. En el sector agrícola, los hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum*, *Curvularia lunata* y *Colletotrichum gloeosporioides* generan pérdidas significativas en cultivos de importancia económica y su control se basa en fungicidas que generan resistencia y toxicidad. Por otro lado, la enfermedad de Chagas, causada por *Trypanosoma cruzi* afecta a millones de personas; la inhibición del protozoario se limita a dos fármacos comerciales con efectos secundarios severos. Las actividades antifúngicas y tripanocidas de *D. ambrosioides* se han enfocado en su aceite esencial, con poca información sobre extractos de diversa polaridad. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el potencial antifúngico y tripanocida *in vitro* de extractos generales (hexánicos, metanólicos y acuosos) y selectivos (alcaloides) de las partes aéreas de *D. ambrosioides*. La actividad antifúngica se evaluó sobre *F. oxysporum*, *C. lunata* y *C. gloeosporioides*; mientras que la actividad tripanocida se examinó frente a dos cepas de *Trypanosoma cruzi* (NINOA y A1). Todos los extractos tuvieron actividad antifúngica. El extracto hexánico inhibió de forma completa el crecimiento micelial de *C. gloeosporioides*; el acuoso presentó su actividad inhibitoria más alta frente a *C. lunata* (91%) y el de alcaloides sobre *C. gloeosporioides* (86%). El extracto metanólico inhibió el crecimiento de los tres fitopatógenos con potencia similar (81-82%); por lo que fue seleccionado para su separación mediante una

columna cromatográfica en ocho fracciones que mostraron actividad inhibitoria sobre *C. lunata* (17 a 85%). En cuanto a la actividad tripanocida, el extracto hexánico presentó actividad significativa contra *T. cruzi* A1 ($CI_{50} = 72.3 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), el extracto acuoso fue activo frente a ambas cepas (A1: $CI_{50} = 88.0$ y NINOA: $105.3 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), mientras que las fracciones hexánicas del extracto metanólico exhibieron la mayor potencia ($CI_{50} = 51.9 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ en A1 y $57.1 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ en NINOA). La mayoría de los extractos mostraron baja citotoxicidad ($CC_{50} > 200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). El análisis por cromatografía de capa fina del extracto metanólico revelado con sulfato cérico y vainillina permitió observar cinco y seis compuestos, respectivamente; y el reactivo de Dragendorff reveló la presencia de al menos un alcaloide.

En conclusión, la quimiodiversidad antifúngica y tripanocida de *D. ambrosioides* es de variada polaridad. Los extractos mostraron actividad antifúngica, particularmente sobre *C. lunata*, mientras que la actividad tripanocida fue ligeramente más potente sobre la cepa A1 que sobre NINOA. Hay metabolitos secundarios que pudieran ser principios activos con baja citotoxicidad formando parte de extractos totales o fracciones de ellos.

Palabras clave: extractos alcaloidales, extractos de metabolitos, epazote, epimastigotes, *Trypanosoma cruzi* cepa NINOA, *Trypanosoma cruzi* cepa A1, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* cepa ATCC 9848, *Curvularia lunata* cepa NACF0030, *Colletotrichum gloeosporioides* cepa NCBI HM562712.

ABSTRACT: *Dysphania ambrosioides* is an aromatic plant used in traditional medicine for its antifungal and antiparasitic properties. Chagas disease, caused by *Trypanosoma cruzi*, affects millions of people; inhibition of the protozoan is limited to two commercial drugs with severe side effects. In the agricultural sector, phytopathogenic fungi such as *Fusarium oxysporum*, *Curvularia lunata*, and *Colletotrichum gloeosporioides* cause significant losses in economically important crops, and their control relies on fungicides that can lead to resistance and toxicity. The antifungal and trypanocidal activities of *D. ambrosioides* have focused on its essential oil, with little information on extracts of varying polarity. This study aimed to evaluate the *in vitro* trypanocidal and antifungal potential of general (methanolic, hexane, and aqueous) and selective (alkaloid) extracts of the aerial parts of *D. ambrosioides*. Antifungal activity was evaluated against the phytopathogenic fungi *Fusarium oxysporum*, *Curvularia lunata*, and *Colletotrichum gloeosporioides*; while trypanocidal activity was examined against two strains of *Trypanosoma cruzi* (NINOA and A1).

All extracts exhibited inhibitory activity against the phytopathogens. The hexane extract completely inhibited the mycelial growth of *C. gloeosporioides*; the aqueous extract showed the highest inhibitory activity against *C. lunata* (91%), and the alkaloid extract against *C. gloeosporioides* (86%). The methanolic extract inhibited the growth of all three phytopathogens with similar potency (81–82%); therefore, it was separated by column chromatography into eight fractions that showed inhibitory activity against *C. lunata* (17–85%).

Regarding trypanocidal activity, the indigenous isolate A1 was more sensitive than NINOA. The hexane extract showed significant activity against *T. cruzi* A1 ($IC_{50} = 72.3 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), while the aqueous extract showed activity against both strains ($IC_{50} = 88.0$ and $105.3 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). The hexane fractions exhibited the greatest potency ($IC_{50} = 51.9 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ for A1 and $57.1 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ for NINOA). In general, most extracts showed low cytotoxicity ($CC_{50} > 200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$).

Thin-layer chromatography analysis of the methanolic extract, developed with ceric sulfate and vanillin, revealed five and six compounds, respectively. Meanwhile, Dragendorff's reagent revealed the presence of at least one alkaloid. These results indicate that the antifungal and trypanocidal chemodiversity of *D. ambrosioides* is of varied polarity and is not limited to volatile oils; there are secondary metabolites that could be active principles with low cytotoxicity, forming part of total extracts or fractions thereof.

Key words: alkaloid extracts, metabolite extracts, epazote, epimastigotes, *Trypanosoma cruzi* strain NINOA, *Trypanosoma cruzi* strain A1; *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* cepa ATCC 9848, *Curvularia lunata* cepa NACF0030, *Colletotrichum gloeosporioides* cepa NCBI HM562712.

INTRODUCCIÓN

Dysphania ambrosioides (L) Mosyakin & Clemants es una hierba aromática nativa de la región de Mesoamérica; en México se le conoce comúnmente como epazote y se utiliza desde tiempos prehispánicos como planta medicinal. Se han documentado sus actividades antihelmínticas, antiprotozoarias, antibacterianas y antifúngicas (Gómez-Castellanos, 2008; Heredia Severino *et al.*, 2025; Kasali *et al.*, 2021). Estas propiedades se atribuyen a su rica quimiodiversidad, cerca de 300 metabolitos secundarios se han identificado de varias partes de la planta, incluyendo alcaloides, flavonoides y terpenos; los aceites esenciales de las partes aéreas han aportado casi el 60% de las moléculas conocidas del epazote, entre ellas, los monoterpenos ascaridol, p-cimeno y carvacrol (Kiuchi *et al.*, 2002; Almeida-Bezerra *et al.*, 2019; Kasali *et al.*, 2021; Kasrati *et al.*, 2024; Heredia Severino *et al.*, 2025).

En relación a la actividad antifúngica del epazote, hay antecedentes de extractos que inhiben el crecimiento de fitopatógenos, entre ellos, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum musae* y *Fusarium semitectum* (Jardim *et al.*, 2010; Stappen *et al.*, 2018). Ello indica que la quimiodiversidad de *D. ambrosioides* pudiera constituir una fuente de principios activos para la agricultura en el control de enfermedades fitofúngicas; en México por ejemplo, *Colletotrichum gloeosporioides* ocasiona pérdidas por la antracnosis foliar de hasta un 20% de la producción del aguacate y hasta un 60% en mango; a su vez *Fusarium oxysporum*, causante de la fusariosis vascular, es responsable del 60 al 100% del daño al cultivo de *Gladiolus grandiflorus*; mientras que *Curvularia lunata* causa pérdidas del 55% en diversos cultivos de cereales al provocar la enfermedad de la mancha foliar del maíz (Carrillo-Fasio *et al.*, 2005; Ríos-Herrera *et al.*, 2017; Ríos-Hernández *et al.*, 2021). Estas enfermedades se combaten mediante fungicidas químicos como Captan, System Cuy y Miclobutanil (Peláez-Álvarez *et al.*, 2016; García-Ordaz *et al.*, 2021; Morán-Barreiro y Mora-Castro, 2022); no obstante, las restricciones higiénico-sanitarias para su uso son cada vez más estrictas, debido a sus efectos tóxicos y la inducción del desarrollo de patógenos resistentes (Siddiqui & Ali, 2014).

Además, los extractos o metabolitos secundarios individuales de *D. ambrosioides* también tienen actividad contra protistas parásitos, entre ellos, *Leishmania amazonensis*, *Leishmania donovani* y *Leishmania tropica* (Fidalgo, 2007; Zohra *et al.*, 2019), *Trypanosoma cruzi* (Kiuchi *et al.*, 2002; Pagotti *et al.*, 2021), *Trypanosoma brucei brucei* (Nibret y Wink, 2011) y *Giardia lamblia* (Neiva *et al.*, 2014). Estas actividades y su reconocido uso en la medicina tradicional como antiparasitario (Kasali *et al.*, 2021; Heredia Severino *et al.*, 2025) pudieran ser una alternativa para el control de parásitos de importancia médica, incluyendo, *Trypanosoma cruzi*, un protozoo responsable de la enfermedad de Chagas, quizá el padecimiento parasitario de mayor importancia en América Latina, tanto por su morbi-mortalidad como por su importancia económica. Se estima que *T. cruzi* afecta a alrededor de 6-8 millones de personas en todo el mundo y causa aproximadamente 50000 muertes al año, además, genera un gasto global de 627.5 millones de dólares al año en costos de atención médica (Lidani *et al.*, 2019). Según la Organización Panamericana de la Salud (2022), la enfermedad de Chagas es endémica en 21 países del continente americano; sin embargo, el padecimiento también va en ascenso en Australia, Japón y varios países de Europa (Lidani *et al.*, 2019; Peña-Callejas *et al.*, 2022). En México se estima una seroprevalencia de 4.06 millones de personas infectadas y tres cuartas partes del territorio son consideradas zonas endémicas de la enfermedad (Bravo-Ramírez *et al.*, 2023). A pesar de ser un serio problema de salud pública, prácticamente sólo hay dos medicamentos disponibles para el tratamiento de la enfermedad: el Nifurtimox y el Benznidazol. Ambos fármacos son eficaces en etapas agudas, pero con eficacia limitada y efectos adversos frecuentes en la fase crónica (Sales *et al.*, 2017). Bajo este panorama, es necesaria la búsqueda de nuevos agentes terapéuticos para la enfermedad de Chagas.

Se ha demostrado la actividad fungicida (Jardim *et al.*, 2010) y tripanocida (Pagotti *et al.*, 2021) de *D. ambrosioides*, principalmente de los aceites esenciales de sus partes aéreas o de algunas de sus moléculas aromáticas (Kasali *et al.*, 2021; Heredia Severino *et al.*, 2025). Sin embargo, los aceites esenciales son extractos selectivos de metabolitos volátiles, dejando el resto de la

quimiodiversidad sin ser evaluada. Asimismo, son escasos los estudios que evalúan más de un tipo de extracto y que simultáneamente evalúen la actividad antifúngica y tripanocida (Zohra *et al.*, 2019), así como aquellos que incluyan a *Curvularia lunata*, cuya evaluación aún es muy limitada (Ramírez-Mares y Hernández-Carlos, 2015; Kasali *et al.*, 2021; De la Cruz Chacón y Santiago Martínez, 2024).

Este trabajo tuvo como objetivo determinar si extractos de polaridad diversa de las partes aéreas de *D. ambrosioides* tienen: a) la capacidad de inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos y b) actividad tripanocida sobre *T. cruzi*. La exploración de la actividad de extractos de variada polaridad permite asociar el tipo de metabolitos contenidos en los extractos a cada actividad o si hay extractos con potencial dual. Los resultados de ello permitirán establecer estudios dirigidos a encontrar los principios activos para cada tipo de actividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de los extractos y sus fracciones, así como la actividad antifúngica de *D. ambrosioides* se realizaron en el Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal del Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Los ensayos de citotoxicidad y actividad tripanocida se llevaron a cabo en el Laboratorio de Estudios Epidemiológicos, Clínicos, Diseños experimentales e investigación de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

Material vegetal

Las partes aéreas (tallos y hojas) frescas de *D. ambrosioides* (5,500 g) fueron adquiridas en el mercado de Unión Hidalgo, Oaxaca, procedentes del estado de Puebla, México, en el periodo de junio a septiembre del 2024. El material se secó durante 10 días a la sombra a temperatura ambiente y posteriormente se molió hasta su pulverización con ayuda de una licuadora común; el peso seco de la muestra fue de 555 g. Aun cuando se trata de una planta muy reconocida popularmente, se realizó un ejemplar de herbario que fue depositado en el Herbario Eizi Matuda de la UNICACH con el número de catálogo 047243.

Obtención de extractos y fraccionamiento de *D. ambrosioides*

Se realizaron tres extractos generales (hexánico, metanólico y acuoso) y un extracto selectivo (alcaloides). Para la obtención de cada extracto se utilizaron 100 g del material vegetal seco y pulverizado.

Se realizaron tres extracciones generales en una proporción de 1:10 material vegetal:disolvente; para el extracto metanólico se empleó metanol al 70% siguiendo el método de Kandsi *et al.* (2021); el extracto hexánico se obtuvo por maceración en frío; y el extracto acuoso se extrajo con agua destilada en ebullición durante 10 minutos según Ramos-Guerra (2005), posteriormente el extracto se filtró por gravedad utilizando papel filtro de cafetera. Los disolventes orgánicos de cada extracto se eliminaron a presión reducida en un rotaevaporador (Buchi R.200). En tanto que el extracto acuoso se dejó secar en condiciones de laboratorio y a temperatura ambiente, durante el secado se colocaron alícuotas de metanol concentrado como microbicida. Al final, el polvo seco se guardó en frascos de color ámbar.

El extracto de alcaloides se realizó siguiendo el método de Shoaib *et al.*, (2016) con modificaciones. Para ello, el material vegetal primero fue macerado en hexano por 48 h y posteriormente fue extraído por maceración durante 4 h con 400 mL de ácido acético al 10%; el material botánico se retiró por filtración a gravedad; en tanto que la fase ácida acuosa se ajustó a pH 9.0 con la adición de disolución de carbonato de sodio saturada; la fase alcalina se extrajo tres veces con 50 mL de cloroformo en un embudo de separación. Las extracciones clorofórmicas se reunieron y concentraron a presión reducida en un rotaevaporador (Buchi R.200).

Fraccionamiento del extracto metanólico de *D. ambrosioides*

Por su actividad antifúngica y rendimiento alto, el extracto metanólico fue seleccionado para su separación en columna cromatográfica; para ello, se utilizó una columna de vidrio de cinco cm de diámetro, empacada con 60 g de sílica gel 60-200 para columna (J.T.Baker) como fase estacionaria, lo que originó una columna de 10 cm de altura. La elución se realizó con tres fases móviles de polaridad progresiva (hexano 100% / acetato de etilo 100% / metanol 100%). Este fraccionamiento dio origen a ocho fracciones: dos fracciones hexánicas, una de acetato de etilo y cinco metanólicas.

Obtención del cultivo fúngico

Las cepas de *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* ATCC 9848, *Colletotrichum gloeosporioides* NCBI HM562712 y *Curvularia lunata* NACF0030 fueron proporcionadas por el cepario de fitopatógenos del Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH. Se mantuvieron a una temperatura entre 3-5 °C en agua destilada y se replicaron en cajas de Petri previamente esterilizadas utilizando agar-papa-dextrosa (PDA, BD Bioxon) como medio de cultivo; las placas se incubaron a 27 ± 2 °C durante 5-7 días dependiendo de las cepas, hasta obtener un crecimiento micelial activo.

Pruebas *in vitro* de la capacidad antifúngica

Para evaluar la capacidad antifúngica, se empleó el método de inhibición micelial en medio de cultivo envenenado propuesto por Amini y Dzhalilov (2010) con modificaciones en las concentraciones. Los extractos generales se evaluaron a 1, 10, 100 y 1000 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ en PDA; en tanto que las fracciones del extracto metanólico se evaluaron únicamente a 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, dado que a tal concentración, el extracto mostró la actividad inhibitoria más alta sobre *C. lunata* (el fitopatógeno menos estudiado). El PDA envenenado se distribuyó sobre las cajas de Petri con cinco repeticiones por concentración. Después de 24 h de prueba de esterilidad, se colocaron discos de PDA de cinco mm con micelio de cada hongo en el centro de la placa de Petri y se incubaron a 27 ± 2 °C. El extracto hexánico fue disuelto en dimetilsulfóxido (DMSO), el metanólico y alcaloidal en metanol y el extracto acuoso en agua. Tanto el DMSO como el metanol no rebasaron el 5% del volumen del PDA. Se emplearon controles negativos (metanol y DMSO) y como referencia de la actividad se incluyó un control con el fungicida comercial Captan 50 WP ADAMA a 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Después de que el control negativo cubrió la superficie del agar, se midió el diámetro de inhibición del crecimiento (cm) del micelio. La actividad inhibitoria se expresó como porcentaje de inhibición, según la fórmula:

$$\% \text{ Inhibición} = \left[\frac{\text{DC} - \text{DT}}{\text{DC}} \right] 100$$

Donde DT es el diámetro de crecimiento del tratamiento y DC es el diámetro del control negativo.

Prueba *in vitro* de la actividad tripanocida

Las formas epimastigote de *T. cruzi* cepa de referencia NINOA y un aislado autóctono (A1) se mantuvieron viables mediante cambio de cultivo fresco semanal a 28 °C en medio liver infusion triptasa (LIT) (BBL Biosate Peptone, BD) suplementado con suero fetal bovino (SFB) al 10% (Biowest) y 1% de penicilina-estreptomina (Biowest Antibiotic-Antimycotic 100X). Los epimastigotes de ambas cepas se ajustaron a 1×10^6 parásitos mL^{-1} y se distribuyeron en placa estéril de 96 pozos. Los extractos y fracciones se disolvieron inicialmente en DMSO (0.2%) a 10 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$. Seguido, se realizaron diluciones seriadas utilizando medio LIT, incluyéndose concentraciones seriadas de (200 a 0.78 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$); se incluyeron controles negativos (DMSO y metanol 0.2%) y positivos (Nifurtimox; Roche® y Benznidazol; ALDRICH). Las placas se incubaron durante 24 h a 28 °C. La viabilidad de *T. cruzi* se determinó mediante el ensayo MTT (bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5- difeniltetrazol) con la formación de formazán insoluble por enzimas mitocondriales, para lo cual se lavaron las células con solución salina tamponada con fosfato (PBS) y se adicionó MTT a concentración de 2.5 mM a cada pozo y se

incubó a 37 °C por 4 h. Posteriormente se adicionó alcohol isopropílico ácido para solubilizar el formazán y la densidad óptica se midió a 540 nm en un lector de microplacas. Los valores de la concentración inhibitoria semimáxima (CI₅₀) se determinaron mediante el análisis de Probit (Delgado-Maldonado *et al.*, 2025; Navarrete-Carriola *et al.*, 2025; Sánchez-Palestino *et al.*, 2025).

Ensayo de citotoxicidad e índice de selectividad

El efecto citotóxico de los extractos y sus fracciones se evaluó en células de la línea J774.2 (macrófagos de ratón) provenientes de la colección de células de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca. Para ello, se cultivaron en placas de 96 pocillos que contenían medio RPMI 1640 (BIOWEST, MAYIMEX) suplementado con SFB al 10% y 100 U µg/mL de penicilina-estreptomicina con glutamina (2mM). Se añadieron los extractos y fracciones a una concentración máxima de 200 µg·mL⁻¹ y se incubaron a 37 °C durante 24 h en incubadora de CO₂ (Thermo SCIENTIFIC, Water Jacket). La viabilidad se evaluó por el método de MTT para lo cual se lavaron las células con PBS y se adicionó MTT a concentración de 2.5 mM a cada pozo y se incubó a 37 °C por 4 h. Posteriormente se adicionó alcohol isopropílico ácido para solubilizar el formazán y la densidad óptica se midió a 540 nm en un lector de microplacas. El ensayo se realizó por triplicado y se expresó la media y error estándar. La concentración citotóxica semimáxima (CC₅₀) se determinó mediante análisis de Probit. Se calculó el índice de selectividad (IS) para estimar la relación entre la citotoxicidad y la eficacia tripanocida de los extractos y fracciones (IS= CC₅₀/CI₅₀) (Delgado-Maldonado *et al.*, 2025; Navarrete-Carriola *et al.*, 2025; Sánchez-Palestino *et al.*, 2025).

Análisis cromatográfico

El extracto metanólico y sus fracciones se analizaron sobre cromatografía en placas finas de sílica gel, para ello se aplicaron 5 µL de cada extracto disuelto a 10 mg·mL⁻¹ en una línea de aplicación a dos cm del borde de la placa cromatográfica. Para el extracto de alcaloides se usó como fase móvil cloroformo-metanol 9:1 y como revelador específico reactivo de Dragendorff (Svendsen y Verpoorte, 1983 citado en Chong, 2020). Para el extracto metanólico y las fracciones resultantes se utilizó como fase móvil metanol: acetato: hexano en una proporción 7:2:1 y tres reveladores cromatográficos de vainillina, sulfato cérico y reactivo Dragendorff para una visualización diferenciada de los compuestos (Chambi & Pacheco, 2017).

Se calculó el factor de retención (Rf) para cada componente visible (mancha o punto) del perfil cromatográfico de los extractos, utilizando la ecuación

$$Rf = dRE / dRS$$

donde: *dRE* es la distancia recorrida por cada mancha observable en el recorrido del extracto y *dRS* es la distancia recorrida por la fase móvil; cada mancha cromatográfica fue considerada como un solo compuesto. Además, se calculó el % de área cromatográfica al estimar el área de cada mancha del perfil en cromatografía en capa fina con ImageJ, un programa de procesamiento digital de imagen de dominio público desarrollado por la agencia estadounidense National Institutes of Health, NIH.

$$\% \text{ área} = \text{C área del compuesto} / \text{área total de todos los compuestos} \times 100$$

Análisis estadísticos

El análisis estadístico para la actividad antifúngica se basó en la comparación entre los extractos, debido a que los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianza; se emplearon pruebas no paramétricas Kruskal-Wallis, seguidas de la prueba U de Mann-Whitney con un nivel de significancia de $p < 0.05$; además, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) como análisis exploratorio. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico PAST de licencia libre.

Para la actividad tripanocida los valores de CI_{50} y CC_{50} se determinaron mediante el análisis de Probit; para ello, se utilizaron los datos correspondientes al porcentaje de viabilidad celular que se transformaron en una función lineal frente al logaritmo de la concentración, sobre la cual se realizó un análisis de regresión para estimar la concentración necesaria para inhibir el 50% de la población.

RESULTADOS

Actividad antifúngica *in vitro* de extractos y fracciones de *D. ambrosioides*

Todos los extractos de *D. ambrosioides* presentaron actividad antifúngica, con porcentajes de inhibición que variaron entre el 0.4 y 100%, dependiendo del extracto, la concentración y el fitopatógeno evaluado (Figura 1 y Tabla 1). Los extractos hexánico, metanólico y alcaloidal inhibieron a los tres fitopatógenos, aunque con diferencias entre ellos. El extracto hexánico detuvo por completo el crecimiento micelial de *C. gloeosporioides* (100% de inhibición). En tanto que el extracto metanólico inhibió en la misma proporción a los tres fitopatógenos ($p=0.8$). Por su parte el extracto acuoso presentó actividad relevante sólo sobre *C. lunata* (52 a 91% de inhibición micelial).

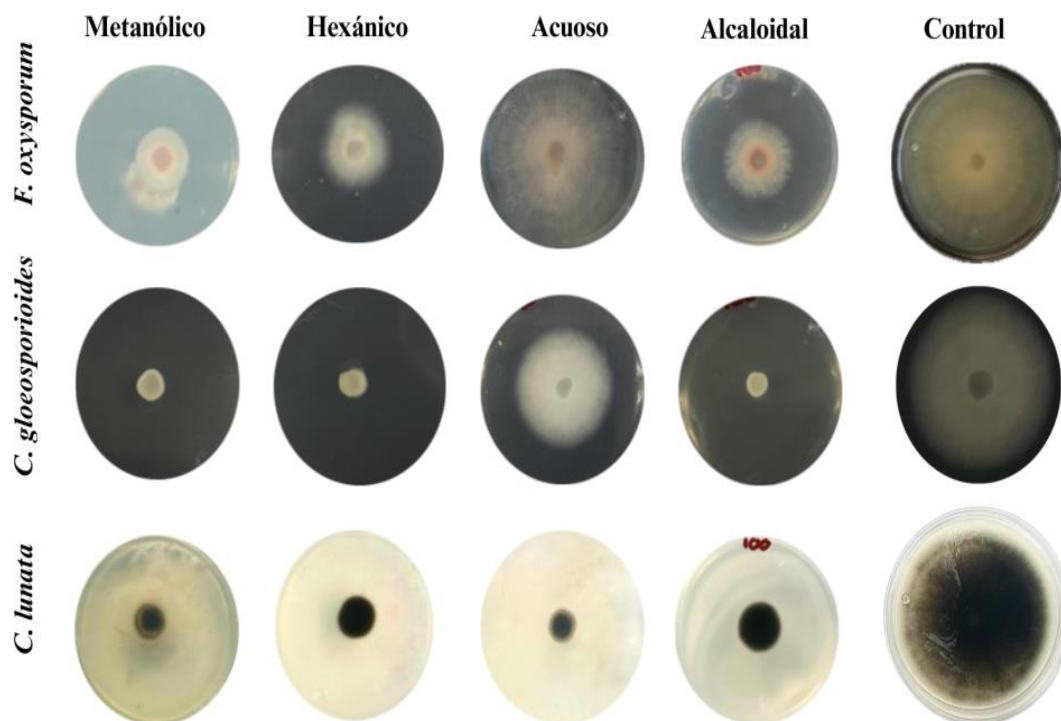


Figura 1. Actividad de extractos de las partes aéreas de *Dysphania ambrosioides* sobre el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Curvularia lunata*.

Figure 1. Activity of extracts from the aerial parts of *Dysphania ambrosioides* on the mycelial growth of *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides* and *Curvularia lunata*.

Tabla 1. Tasa inhibitoria micelial de extractos de las partes aéreas de *Dysphania ambrosioides* sobre el crecimiento de hongos fitopatógenos.

Table 1. Mycelial inhibitory rate of extracts from the aerial parts of *Dysphania ambrosioides* on the growth of phytopathogenic fungi.

Inhibición del crecimiento micelial (%)			
Extracto: $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	<i>F. oxysporum</i>	<i>C. lunata</i>	<i>C. gloeosporioides</i>
Extracto metanólico			
1000	55% ^b	74%	78% ^a
100	73% ^b	77%	81% ^a
10	82% ^b	82%	72% ^b
1	78% ^a	69%	79% ^a
Test Kruskal-Walis	Chi ² = 16 p= 0.0009	Chi ² = 6.7 p= 0.07	Chi ² = 8.1 p= 0.03
Extracto hexánico			
1000	45% ^b	82% ^a	100%
100	53% ^b	79% ^a	100%
10	59% ^a	74% ^b	100%
1	61% ^a	81% ^a	100%
Test Kruskal-Walis	Chi ² = 12.3 p= 0.005	Chi ² = 12.2 p= 0.004	Chi ² = 0.76 p= 0.8
Extracto acuoso			
1000	0.4% ^b	91% ^a	46%
100	2% ^b	85% ^a	-0.8% ^b
10	7% ^a	82% ^a	12% ^{ab}
1	6% ^a	52% ^b	-3% ^b
Test Kruskal-Walis	Chi ² = 10.8 p= 0.009	Chi ² = 14.7 p= 0.001	Chi ² = 14.2 p= 0.001
Extracto alcaloidal			
1000	62%	73%	80%
100	68%	80%	82%
10	61%	75%	86%
1	62%	78%	62%
Test Kruskal-Walis	Chi ² = 2 p= 0.5	Chi ² = 1.4 p= 0.7	Chi ² = 6 p= 0.08
Actividad del Captan a 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$	2%	65%	53%

Las comparaciones entre tratamientos se realizaron mediante el análisis de Kruskal-Wallis y U Mann-Whitney con nivel de significancia de $p < 0.05$. Las letras indican diferencias entre los tratamientos.

Comparisons between treatments were made using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney analyses at 95% probability levels. Letters indicate significant differences between treatments.

El control positivo (Captan) tuvo actividades similares o por debajo a la de los extractos a 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

El PCA confirmó las tendencias de cada extracto, agrupando cada hongo con el extracto al que fue más sensible. El extracto metanólico sobresale en el centro del cuadrante, ya que inhibió en la misma proporción a los tres fitopatógenos (Figura 2).

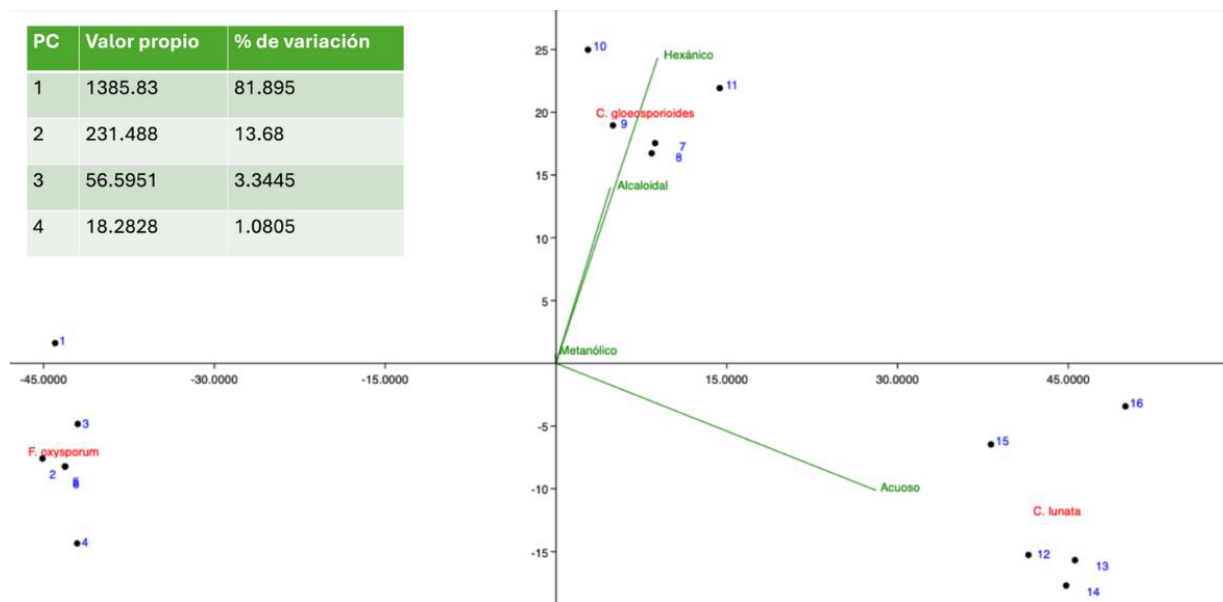


Figura 2. Análisis de componentes principales de la actividad antifúngica de los extractos de las partes aéreas *Dysphania ambrosioides* sobre *F. oxysporum*, *C. gloeosporioides* y *C. lunata*. Los dos primeros componentes principales explican el 95% de la variabilidad en los datos.

Figure 2. Principal component analysis of the antifungal activity of extracts from the aerial parts of *Dysphania ambrosioides* on *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides* and *Curvularia lunata*. The first two principal components explain 95% of the variability in the data.

El extracto metanólico dada su potencia antifúngica similar se separó en columna cromatográfica en ocho fracciones (Figura 4). Las fracciones hexánicas (FISH y FII) presentaron mayores porcentajes de inhibición sobre *C. lunata* (77-81%) que la fracción de etilo (FIII: 35%) y las fracciones metanólicas (FISM, FIV, FV FVI y FVII) que mostraron una inhibición entre 17 y 34% (Tabla 2).

Tabla 2. Tasa inhibitoria micelial de las fracciones del extracto metanólico de las partes aéreas de *Dysphania ambrosioides* sobre el crecimiento de *Curvularia lunata*.

Table 2. Mycelial inhibitory rate of the fractions of the methanolic extract of the aerial parts of *Dysphania ambrosioides* on the growth of *Curvularia lunata*.

Fracción	Concentración			
	100 µg·mL ⁻¹			
	$\bar{x}$	σ^2	σ	
FISH	81%A	14	3	Ch ² =33.54 p= 0.008
FII	77%A	18	4	
FV	37%B	7	3	
FIII	35%B	14	4	
FVI	34%B	20	5	
FIV	29%B	43	7	
FVII	17%C	33	6	
FISM	17%C	40	6	

Las comparaciones entre tratamientos se realizaron mediante el análisis de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney al 95% de probabilidad. Las letras indican diferencias significativas entre los tratamientos. Se presenta el promedio ($\bar{x}$), la varianza (σ^2) y la desviación estándar (σ).

Comparisons between treatments were made using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney analyses at 95% probability levels. Letters indicate significant differences between treatments. The average ($\bar{x}$), variance (σ^2) and standard deviation are presented (σ).

Actividad tripanocida *in vitro* de extractos y fracciones de *D. ambrosioides*

Los extractos y fracciones de *D. ambrosioides* presentaron una respuesta diferencial frente a ambas cepas de *T. cruzi*. En general, la cepa A1 resultó más sensible que la cepa NINOA (Tabla 3). El extracto acuoso fue el único que presentó actividad tripanocida en ambas cepas, con valores de CI_{50} de $88.03 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (A1) y $105.32 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (NINOA); el extracto hexánico exhibió actividad solo sobre *T. cruzi* A1 (CI_{50} de $72.35 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) y los extractos alcaloidal y metanólico no presentaron actividad significativa ($>200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$).

A diferencia de la actividad antifúngica, las fracciones derivadas del extracto metanólico presentaron actividad tripanocida más alta que el extracto original.

En particular, destacaron las fracciones hexánicas, la fracción FISH tuvo el CI_{50} más bajo ($51.9 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) frente a *T. cruzi* cepa A1, mientras que la fracción FII mostró el efecto más potente sobre la cepa NINOA ($CI_{50} = 57.1 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Otras fracciones sobresalientes sobre *T. cruzi* A1 fueron las fracciones metanólicas FIV y FVII ($CI_{50}=61.2$ y $83.1 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) y la de acetato de etilo FIII ($CI_{50}=72.9 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). La fracción metanólica FISM presentó CI_{50} de $126.6 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ sobre la cepa NINOA.

Las fracciones restantes mostraron valores de CI_{50} superiores a $200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ en al menos una de las cepas.

Tabla 3. Actividad tripanocida *in vitro* de extractos y fracciones del extracto metanólico de la parte aérea de *Dysphania ambrosioides* contra epimastigotes de *Trypanosoma cruzi*.

Table 3. *In vitro* trypanocidal activity of extracts and fractions of the methanolic extract of the aerial part of *Dysphania ambrosioides* against epimastigotes of *Trypanosoma cruzi*.

Extracto	<i>Trypanosoma cruzi</i> NINOA $CI_{50} (\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$	<i>Trypanosoma cruzi</i> A1 $CI_{50} (\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$
Metanólico	>200	>200
Hexánico	>200	72.34 ± 0.0189
Acuoso	105.31 ± 0.0192	88.02 ± 0.0189
Alcaloidal	>200	>200
FISH	>200	51.93 ± 0.0228
FISM	126.60 ± 0.0187	>200
FII	57.07 ± 0.0211	159.03 ± 0.0347
FIII	>200	72.91 ± 0.0195
FIV	>200	61.17 ± 0.0195
FV	>200	>200
FVI	>200	>200
FVII	>200	83.07 ± 0.0171
Nifurtimox	7.09 ± 0.051	19.30 ± 0.08
Benznidazol	30.27 ± 0.068	39.08 ± 0.07

Los resultados se expresan como la concentración inhibitoria semimáxima (CI_{50}), que representa la dosis necesaria para inhibir en un 50% a epimastigotes de *T. cruzi*.

The results are expressed as the half-maximal inhibitory concentration (IC_{50}), which represents the dose required to inhibit *T. cruzi* epimastigotes by 50%.

Citotoxicidad e índice de selectividad

La mayoría de los extractos y fracciones presentaron una concentración citotóxica de $CC_{50} > 200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, excepto el extracto de alcaloides ($CC_{50} = 123.84 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) y las fracciones FII ($CC_{50} = 143.15 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) y FVI ($CC_{50} = 160.79 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Estos resultados indican que la mayoría de los extractos y fracciones de *D. ambrosioides* con actividad antifúngica y/o tripanocida no presentan efectos tóxicos relevantes sobre células viables de macrófagos J774.2 (Knauth *et al.*, 2018; Albuquerque *et al.*, 2024). Los índices de selectividad (IS) de las fracciones y compuestos frente a la cepa NINOA de *T. cruzi* resultaron inferiores (IS= 0.61-2.50) en comparación con los fármacos de referencia Beznidazol (IS = 4.42) y Nifurtimox (IS= 23.15); en el caso de la cepa A1 de *T. cruzi*, las fracciones FISH (IS = 3.85) y FIV (IS = 3.26) presentaron un índice de selectividad comparable al Beznidazol (IS = 3.42) (Tabla 4).

Tabla 4. Actividad Citotóxica e índice de selectividad de los extractos y fracciones de las partes aéreas de *Dysphania ambrosioides* sobre la línea celular J774.2.

Table 4. Cytotoxic activity and selectivity index of extracts and fractions of the aerial parts of *Dysphania ambrosioides* on the cell line J774.2.

Extracto	Macrófago J774.2 $CC_{50} (\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$	IS NINOA	IS A1
Metanólico	>200	>1	>1
Hexánico	>200	>1	>2.76
Acuoso	>200	>1.89	>2.27
Alcaloide	123.84±0.0276	0.61	0.61
FISH	>200	>1	>3.85
FISM	>200	>1.57	>1
FII	143.15±0.0189	>2.50	0.90
FIII	>200	>1	>2.74
FIV	>200	>1	>3.26
FV	>200	>1	>1
FVI	160.78±0.0180	0.80	0.80
FVII	>200	>1	2.40
Nifurtimox	164.20±0.25	23.15	8.50
Benznidazol	133.90±0.25	4.42	3.42

Los resultados se expresan como la concentración citotóxica media (CC_{50}), que representa la dosis necesaria para reducir la viabilidad celular en un 50%. IS = Índice de Selectividad (CC_{50}/CI_{50})

The results are expressed as the mean cytotoxic concentration (CC_{50}), which represents the dose required to reduce cell viability by 50%. SI = Selectivity index (CC_{50}/CI_{50})

Análisis cromatográfico del extracto metanólico

El perfil cromatográfico del extracto metanólico revelado con sulfato cérico y vainillina permitió observar cinco y seis compuestos, respectivamente. En ambos cromatogramas, el compuesto menos polar ($R_f = 0.62$) fue el de mayor área cromatográfica (Figura 3a-b). En tanto que el reactivo de Dragendorff reveló la presencia de un alcaloide, en la sección más polar de la cromatografía (Figura 3c).

El fraccionamiento en columna cromatográfica del extracto metanólico dio origen a ocho fracciones. Las fracciones hexánicas (FISH y FII) presentaron de dos a cuatro compuestos de polaridad media a baja ($R_f = 0.06$ -0.87) (Figura 4a y b). La fracción de AcOEt (FIII) mostró tres compuestos apolares ($R_f = 0.70$ -0.90). Las fracciones metanólicas FV y la soluble en metanol

(FISM) presentaron un compuesto alcaloidal (Figura 4c). La FV mostró además la presencia de otros dos compuestos de baja polaridad ($R_f = 0.1$ y 0.25) evidenciados con vainillina y sulfato cérico. La fracción FVI no mostró presencia de compuestos orgánicos.

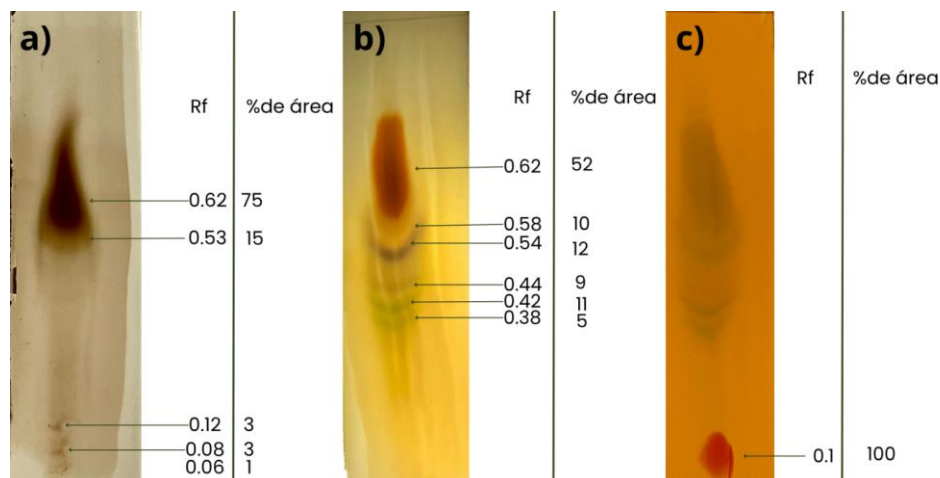


Figura 3. Cromatografía de capa fina del extracto metanólico de las partes aéreas de *Dysphania ambrosioides*: revelado con a) sulfato cérico; b) vainillina en ácido sulfúrico y c) Dragendorff.

Figure 3. Thin-layer chromatography of methanolic extract of the aerial parts of *Dysphania ambrosioides*: developed with a) ceric sulfate; b) vanillin in sulfuric acid; and c) Dragendorff acid.

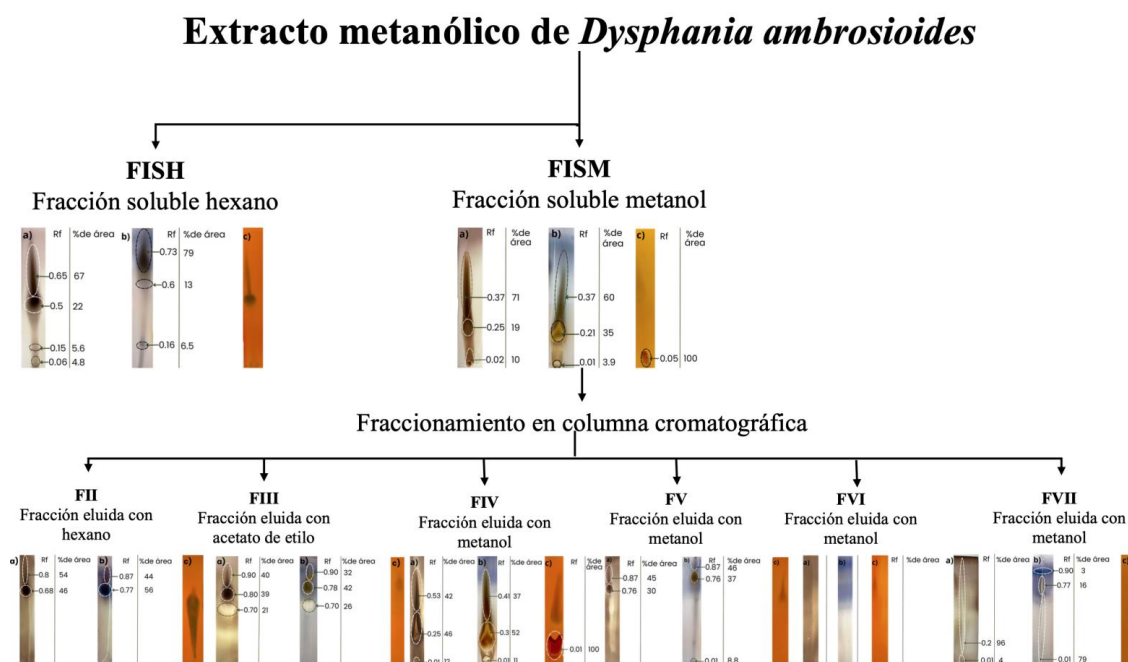


Figura 4. Cromatografías de capa fina de fracciones del extracto metanólico de las partes aéreas de *Dysphania ambrosioides* separado en columna cromatográfica. Las cromatografías están reveladas con: a) sulfato cérico; b) vainillina y c) Dragendorff

Figure 4. Thin-layer chromatography of fractions of the methanolic extract of the aerial parts of *Dysphania ambrosioides* separated on a chromatographic column. The chromatograms were developed with: a) ceric sulfate; b) vanillin; and c) Dragendorff reagent.

DISCUSIÓN

La evaluación de extractos de variada naturaleza química (hexánico, metanólico, acuoso y de alcaloides) permitió determinar de forma dirigida el potencial antifúngico y tripanocida de *D. ambrosioides*. La estrategia de evaluar extractos de polaridad diversa fue sustentada en la amplia diversidad fitoquímica del epazote constantemente documentada (Gutiérrez Foronda, 2017; Jesús *et al.*, 2017; Kandsi *et al.*, 2021). Algunos de los extractos exhiben un notable potencial antifúngico relevante frente a *Fusarium oxysporum* (82% de inhibición), *Curvularia lunata* (91%) y *Colletotrichum gloeosporioides* (100%); además de un potencial tripanocida frente a *T. cruzi* cepa A1 ($CI_{50} = 51.9 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) y cepa NINOA ($CI_{50} = 57.07 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$).

La mayoría de los extractos activos, solo lo fue en una de las dos actividades ensayadas, por ejemplo, los extractos metanólico y alcaloidal con potencia antifúngica atractiva, fueron consideradas sin actividad tripanocida. Mientras que el extracto acuoso que fue activo sólo contra un fitopatógeno fue capaz de inhibir a las dos cepas de *T. cruzi*. La excepción a ello fue el extracto hexánico, capaz de inhibir con buena potencia a los tres hongos y a una de las cepas de *T. cruzi*. Estos hallazgos permiten asociar la actividad a ciertos tipos de metabolitos secundarios (MS). Por ejemplo, tanto en el extracto metanólico como en el alcaloidal fue posible detectar la presencia de alcaloides, los cuales son MS nitrogenados relevantes para la actividad antifúngica pero no para la tripanocida. Borges *et al.*, (2012) recientemente aislaron nueve alcaloides de las partes aéreas. En este estudio, es muy evidente que en el extracto metanólico del epazote y en sus fracciones más polares hay un alcaloide muy visible en su perfil. En el extracto hexánico es posible asociar MS de menor polaridad a su actividad dual, por ejemplo, se ha reportado la presencia de monoterpenos, como el ascaridol y óxido de cis-piperitona (30%), trans-isoascaridol (18%), p-cimeno (13%) y α -terpineno (12%) Pagotti *et al.*, (2021) con actividades antimicrobianas y antiparasitarias. Es decir, mientras que extractos con presencia de alcaloides concentran su actividad sobre hongos fitopatógenos, extractos posiblemente con terpenos muestran mayor amplitud en su actividad biológica.

Algo relevante de este estudio tiene que ver con la citotoxicidad, ya que la mayoría de los extractos activos del epazote son considerados no tóxicos de acuerdo con el criterio de Albuquerque *et al.*, (2024) y Knauth *et al.*, (2018), quienes establecen que valores de $CC_{50} \geq 200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ se consideran de baja citotoxicidad. Ello toma importancia para identificar extractos con actividad tripanocida y baja toxicidad. Bajo esos supuestos, el extracto hexánico sería un candidato potencial para continuar con sus estudios, dado que mostró actividad tripanocida ($CI_{50} = 72.4 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) con baja o nula toxicidad ($CC_{50} > 200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$).

Este resultado es congruente con la química conocida de la especie, el extracto hexánico similar al aceite esencial puede contener varios monoterpenos comunes (MacDonald *et al.*, 2004). En trabajos previos, los reportes del aceite esencial indican CI_{50} que van desde $63.03 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (Kandsi *et al.*, 2021) hasta $21.3 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ constituidos principalmente por 69% de terpineno y 17% de ascaridol (Borges *et al.*, 2012), o aceites esenciales con $CI_{50} = 12.2 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ con la presencia de óxido de cis-piperitona (30 %), trans-isoascaridol (18%), p-cimeno (13%) y α -terpineno (12%) (Pagotti *et al.*, 2021).

En este mismo sentido, los otros extractos candidatos para la actividad tripanocida serían las fracciones más polares del extracto metanólico (FIII, FIV y FVII), que ofrecerían la posibilidad de obtener moléculas hidrofílicas, lo cual va de la mano con la actividad del extracto acuoso que fue capaz de inhibir a ambas cepas de *T. cruzi* ($CI_{50} = 88.02 - 105.32 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) sin mostrar citotoxicidad.

La capacidad tripanocida del extracto acuoso apoyaría las formas de administración en la medicina tradicional del epazote, en la que comúnmente se preparan infusiones o tés del epazote para el tratamiento de enfermedades parasitarias (MacDonald *et al.*, 2004). No se encontraron estudios anteriores de la actividad tripanocida del extracto acuoso frente a *T. cruzi*; pero sí actividades sobre *Leishmania amazonensis* con 82.1% de inhibición del crecimiento a $100 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (De Queiroz *et al.*, 2014) y CI_{50} de $68.4 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ sobre *L. amazonensis* y CI_{50} de $>100 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ para *L. chagasi* (Albuquerque *et al.*, 2024). Es decir, se trata de un extracto con propiedades antiparasitarias sustentado en su uso tradicional.

La actividad tripanocida de extractos y compuestos en epimastigotes de *T. cruzi* son un modelo de actividad vigente y muy utilizado porque son la forma replicativa de *T. cruzi* más fácil de cultivar *in vitro* masivamente. Permiten realizar determinaciones rápidas del potencial farmacológico y antecede a modelos más complejos y costosos (Arias *et al.*, 2025). Sin embargo, es importante señalar que aunque los extractos muestren una alta actividad tripanocida contra epimastigotes podrían resultar ineficaces en modelos intracelulares (amastigotes) o *in vivo*. Por tanto, el modelo de epimastigotes es una herramienta inicial para la búsqueda de fármacos y debe complementarse con los modelos *in vitro* de formas intracelulares (amastigotes) o modelos *in vivo* para validar la eficacia terapéutica real.

El tiempo de exposición al tratamiento es un parámetro crucial en las pruebas farmacológicas, diferentes tiempos de exposición a la misma sustancia pueden generar resultados variables con implicaciones importantes, incluyendo la de rechazar erróneamente la hipótesis nula cuando es verdadera. Para *T. cruzi*, los tiempos de exposición varían de 24 h a 264 h, la evaluación a 24 h es uno de los más frecuentes. Por ejemplo, para *T. cruzi* cepa y (TcII), la inhibición de la multiplicación del parásito por benznidazol requirió menor cantidad de fármaco con tiempos de exposición más prolongados (en el intervalo de 24 a 72 h) (Arias *et al.*, 2025). Por lo que la actividad en este estudio con los extractos de *D. ambrosioides* determinada a 24 h es un indicativo de que hubiera la posibilidad de ser más alta con tiempos de exposiciones mayores.

Esta evidencia preliminar antiparasitaria de *D. ambrosioides* debe conducir a realizar estudios de mayor alcance para determinar los tiempos de exposición óptimos para la actividad, así como la potencia en los otros estadios del parásito.

En relación con la actividad antifúngica y baja citotoxicidad, el extracto metanólico y el hexánico son candidatos para la búsqueda de principios activos, dada su capacidad de inhibir con buena potencia el crecimiento micelial de los tres fitopatógenos (73-81% y 53-100% a 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ respectivamente) y su nula citotoxicidad ($\text{CC}_{50} > 200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Se trata de extractos con perfiles de MS distintos, mientras que el metanólico tendría mayor número de moléculas polares, el hexánico tendría mayormente MS lipofílicos. Es decir, el epazote posee una amplia gama de metabolitos antifúngicos, reflejo de su capacidad metabólica para defenderse de enemigos naturales, mismos que podrían ser factibles de emplearse en la rama de la agronomía. Además, aunque no fue un objetivo, las actividades antifúngicas fueron cercanas a las que se obtuvo con el control positivo (Captan), lo que de alguna manera relativizan el potencial antifúngico de los extractos del epazote.

Este estudio representa el primer reporte del potencial antifúngico del epazote contra *C. lunata*, en la que el extracto acuoso (91% a 1000 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) pudiera ser relevante para establecer una transferencia tecnológica debido a su baja toxicidad. La potencia observada supera la eficacia de extractos de otras especies, como los de *Byrsonima bucidifolia* y *Morella cerifera* que a concentraciones 30 veces mayores tuvieron actividades cuatro veces menor (Cruz-Cerino, 2022) o que, el del extracto de *Allium sativum* que para alcanzar una inhibición comparable (94%) requiere concentraciones 150 veces mayores (Castañeda *et al.*, 2021). Por otro lado, los valores negativos observados en el crecimiento micelial de *C. gloesporioides* parece indicar una estimulación ligera del crecimiento en lugar de inhibirlo, respuestas similares han sido reportadas por Vásquez-Covarrubias *et al.*, (2014) y Garduño-Pizaña *et al.*, (2010) sobre *F. oxysporum*. Estos autores atribuyen el efecto a los requerimientos energéticos y nutricionales del hongo y proponen que el extracto acuoso proporciona compuestos ricos en carbono y nitrógeno que el hongo es capaz de asimilar y aprovechar para su beneficio. También existe la posibilidad que se deba al fenómeno de hormesis (Hadacek *et al.*, 2011). La hormesis es el efecto estimulante de agentes tóxicos a bajas concentraciones. Muchos fármacos presentan un comportamiento de dosis-respuesta hormético (Calabrese, 2008).

Algunos estudios han señalado que el aceite esencial de *D. ambrosioides* presenta un CC_{50} de 275 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ contra macrófagos (Borges *et al.*, 2012), estos valores son cercanos al extracto de alcaloides y de las fracciones FII y FVI ($\text{CC}_{50} = 123.8, 143.2$ y $160.8 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ respectivamente) que aunque con actividad presentan este detalle en contra; tal toxicidad podrían deberse a la presencia de terpenos como carvacrol, óxido de cariofileno y ascaridol, compuestos con efecto tóxico en cultivos de macrófagos murinos (G. D. Da Silva *et al.*, 2016).

El extracto alcaloidal, carece de antecedentes que evalúen su actividad antifúngica y tripanocida. La presencia de alcaloides como licorina, crinina, galantamina y desmetilmaritidina en *D. ambrosioides* y con actividad conocida frente a *Candida* (Ločárek *et al.*, 2015; L. C. Silva *et al.*, 2022) podrían explicar la elevada inhibición antifúngica observada en este estudio (68–80%). En contraparte el extracto de alcaloides no mostró actividad tripanocida ($CI_{50} > 200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Otros extractos con el mismo tipo de alcaloides como el de *Habranthus brachyandrus* presentan actividad (CI_{50} de $0.66 \mu\text{g mL}^{-1}$) sobre amastigotes (Martínez-Peinado *et al.*, 2020). Esta diferencia entre la actividad podría deberse según Raquel-Fernández *et al.*, (2021) a la presencia de la licorina (activa) y la 1-O-acetilcaranina (débilmente activa). Tal vez para *D. ambrosioides*, la ausencia o baja proporción de estos alcaloides podría explicar la falta de actividad frente al parásito.

A diferencia de la importante actividad antifúngica, el extracto metanólico no presentó efecto tripanocida ($CI_{50} > 200 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Este resultado es consistente con lo reportado por Abe *et al.*, (2002), quienes tampoco observaron actividad contra *T. cruzi*. Aunque difiere de lo informado por Nibret y Wink, (2011), quienes describieron una actividad con un CI_{50} de $38.5 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Estas diferencias podrían deberse al método de extracción o al sitio donde la planta crece.

Las fracciones del extracto metanólico presentaron baja actividad antifúngica en relación con el extracto crudo. Kandsi *et al.*, (2021) reportaron que el extracto hidroetanólico crudo presentó mayor efecto antiespasmódico que las fracciones de acetato de etilo y cloroformo. Estos resultados sugieren que la separación en fracciones puede dar lugar a efectos antagónicos que disminuyen la eficacia del extracto sobre *C. lunata*, *F. oxysporum* y *C. gloeosporioides*. En contraste las fracciones presentaron actividad tripanocida, FISH presentó CI_{50} de $51.9 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ sobre la cepa A1 y la FII mostró el mejor efecto con $CI_{50} = 57.1 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ contra NINOA. Esto sugiere que el fraccionamiento permitió concentrar metabolitos bioactivos específicos, posiblemente monoterpenos o compuestos menos polares que fueron extraídos por el hexano. Kiuchi *et al.*, (2002) lograron aislar cuatro hidroperóxidos monoterpénicos de tipo p-mentano (2a-5a) con mayor actividad tripanocida que el ascaridol.

CONCLUSIÓN

Los extractos generales y alcaloidal de *D. ambrosioides* mostraron actividad antifúngica diferencial, destacando el extracto acuoso frente a *C. lunata* (91%), el hexánico contra *C. gloeosporioides* (100%) y el metanólico por su acción uniforme sobre las tres especies de hongos (81-82%). En contraste, las fracciones obtenidas del extracto metanólico presentaron mayor eficacia que el extracto completo frente a *T. cruzi*, destacando la fracción FISH sobre la cepa A1 ($CI_{50} = 51.91 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) y la FII contra NINOA ($CI_{50} = 57.1 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) lo que sugiere que el fraccionamiento concentró metabolitos activos en la parte menos polar del extracto metanólico. Varios de los extractos y fracciones activas exhibieron, a su vez, baja citotoxicidad en macrófagos J774.2, lo que apoyaría su seguridad biológica.

Estos resultados indican que la quimiodiversidad antifúngica y tripanocida de *D. ambrosioides* es de variada polaridad y que hay metabolitos secundarios que pudieran ser principios activos con baja citotoxicidad formando parte de extractos totales o fracciones de ellos.

LITERATURA CITADA

- Abe, F., Nagafuji, S., Yamauchi, T., Okabe, H., Maki, J., Higo, H., Akahane, H., Aguilar, A., Jiménez-Estrada, M., & Reyes-Chilpa, R. (2002). Trypanocidal Constituents in Plants I. Evaluation of Some Mexican Plants for Their Trypanocidal Activity and Active Constituents in Guaco, Roots of *Aristolochia taliscana*. En *Biol. Pharm. Bull* (Vol. 25, Número 9).
- Albuquerque, L. W. N., Ferreira, S. C. A., Nunes, I. C. M., Santos, H. C. N., Santos, M. S., Varjão, M. T. S., Da Silva, A. E., Leite, A. B., Duarte, A. W. F., Alexandre-Moreira, M.

- S., & De Queiroz, A. C. (2024). *In vitro* evaluation against *Leishmania amazonensis* and *Leishmania chagasi* of medicinal plant species of interest to the Unified Health System. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 96(3), e20230888. <https://doi.org/10.1590/0001-3764202420230888>
- Almeida-Bezerra, J. W., Rodrigues-Costa, A., de Freitas, M. A., Rodrigues, F. C., de Souza, M. A., da Silva, A. R. P., dos Santos, A. T. L., Vieiralves Linhares, K., Melo Coutinho, H. D., de Lima Silva, J. R., & Bezerra Moraes-Braga, M. F. (2019). Chemical composition, antimicrobial, modulator and antioxidant activity of essential oil of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 65, 58–64. <https://doi.org/10.1016/J.CIMID.2019.04.010>
- Amini, J., & Dzhalilov, F. S. (2010). The effects of fungicides on *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* associated with fusarium wilt of tomato. *Journal of Plant Protection Research*, 50(2), 172–178. <https://doi.org/10.2478/V10045-010-0029-X>
- Arias, M., Pérez, J., & Garavito, G. (2025). Experimental conditions for assessing anti-*Trypanosoma cruzi* (epimastigotes) activity *in vitro*: A scoping review. *Salud UIS*, 57. <https://doi.org/10.18273/saluduis.57.e:25v57r04>
- Borges, A. R., Aires, J. R. de A., Higino, T. M. M., Medeiros, M. das G. F. de, Citó, A. M. das G. L., Lopes, J. A. D., & Figueiredo, R. C. B. Q. de. (2012). Trypanocidal and cytotoxic activities of essential oils from medicinal plants of Northeast of Brazil. *Experimental Parasitology*, 132(2), 123–128. <https://doi.org/10.1016/J.EXPPARA.2012.06.003>
- Bravo-Ramírez, I. E., Pech-May, A., May-Concha, I. J., & Ramsey, J. M. (2023). Conocimientos actuales sobre *Trypanosoma cruzi* y la enfermedad de Chagas en México: una revisión sistemática. *Salud Pública de México*, 65(2), 175–185. <https://doi.org/10.21149/14020>
- Calabrese, E. J. (2008). Hormesis and medicine. En *British Journal of Clinical Pharmacology* (Vol. 66, Número 5, pp. 594–617). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2008.03243.x>
- Carrillo-Fasio, J. A., García-Estrada, R. S., Muy-Rangel, M. D., Sañudo-Barajas, A., Márquez-Zequera, I., Allende-Molar, R., de la Garza-Ruiz, Z., Patiño-Vera, M., & Galindo-Fentanes, E. (2005). Control biológico de antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc.] y su efecto en la calidad poscosecha del mango (*Mangifera indica* L.) en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23(1), 24–32. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61223104>
- Castañeda, D. C. B., Pincioli, M., Bezus, R., & Sisterna, M. (2021). Alternativas de biocontrol antifúngico *in vitro* para el manchado de grano /semilla en arroz / Alternativos biocontroles *in vitro* antifúngicos para a desposição de grãos/seeds no arroz. *Brazilian Journal of Development*, 7(6), 55457–55466. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-110>
- Chambi, D. L., & Pacheco, K. P. (2017). “Evaluación del efecto antimicrobiano *in vitro* del extracto y el aceite esencial de las hojas de *Chenopodium Ambrosioides* L. ‘paico’ en cepas de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans*” [Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/0fb0f475-64c0-4e5d-b5be-6f0a0ca468c7>
- Chong, E. A. (2020). *Alcaloides antifúngicos de Saprathus campechianus* (Kunth) Standl.: Un recurso natural de la biodiversidad chiapaneca [Maestría, Universidad de Ciencia y Artes de Chiapas]. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4435>
- Cruz-Cerino, P. (2022). *Efecto antifúngico de plantas nativas de la península de yucatán en patógenos del chile habanero* [Doctorado en Ciencias]. Centro de Investigación de Yucatán, A. C.
- Da Silva, G. D., Botura, M. B., Lima, H. G. de, Oliveira, J. V. A. de, Moreira, E. L. T., Santos, F. O., & Souza, T. S. de. (2016). Evaluation of the anthelmintic activity and toxicity of an aqueous extract of *Chenopodium ambrosioides* in goats. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 38(Supl. 1), 156–162. <https://bjvm.org.br/BJVM/article/view/265>
- De Queiroz, A. C., De Lima Matos Freire Dias, T., Da Matta, C. B. B., Cavalcante Silva, L. H. A., De Araújo-Júnior, J. X., De Araújo, G. B., De Barros Prado Moura, F., & Alexandre-Moreira, M. S. (2014). Antileishmanial activity of medicinal plants used in endemic

- areas in Northeastern Brazil. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/478290>
- Delgado-Maldonado, T., Navarrete-Carriola, D. V., Vázquez-Jiménez, L. K., Paz-González, A. D., Wan, B., Franzblau, S., Mohammed, O. M., Rodríguez-Páez, L., Aguirre-Alvarado, C., Alcántara-Farfán, V., Cordero-Martínez, J., Bandyopadhyay, D., Moreno-Rodríguez, A., & Rivera, G. (2025). Nifuroxazide and 4-Hydroxybenzhydrazone Derivatives as New Antiparasitic (*Trypanosoma cruzi* and *Leishmania mexicana*) and Anti-Myco bacterium tuberculosis Agents. *Pharmaceutics*, 17(5), 621. <https://doi.org/10.3390/PHARMACEUTICS17050621/S1>
- García-Ordaz, H. A., Chan-Cupul, W., Buenrostro-Nava, M. T., & Valadez-Ramírez, P. (2021). *In vitro* effectiveness of chemical fungicides against *Curvularia eragrostidis* (Henn) J. A. Mey, causal agent of leaf spot disease in pineapple. *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 429–434. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2021.047>
- Garduño-Pizaña, C., Barrera-Necha, L. L., & Ríos-Gómez, M. Y. (2010). Evaluation of the Fungicidal Activity of Leaves Powder and Extracts of Fifteen Mexican Plants Against *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* (Massey) Snyder and Hansen. *Plant Pathology Journal*, 3(9), 103–111.
- Gómez-Castellanos. (2008). Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 7(1), 3–9. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85670103>
- Gutierrez Foronda, C. C. (2017). *Evaluación de la actividad antifúngica de extractos etanólicos de paico (Chenopodium ambrosioides), KHOA (Clinopodium bolivianum) y ruda (Ruta graveolens) frente a Moniliophthora spp aislada a partir de muestras de cacao con moniliasis, La Paz-Bolivia, 2015*. [Licenciatura]. Universidad Mayor de San Andres.
- Hadacek, F., Bachmann, G., Engelmeier, D., & Chobot, V. (2011). Hormesis and a chemical raison d'être for secondary plant metabolites. *Dose-Response*, 9(1), 79–116. <https://doi.org/10.2203/dose-response.09-028.Hadacek>
- Heredia Severino, A., Fernández-López, J., Borrás-Rocher, F., & Viuda-Martos, M. (2025). Essential Oils and Extracts from Epazote (*Dysphania ambrosioides*): A Phytochemical Treasure with Multiple Applications. En *Plants* (Vol. 14, Número 13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/plants14131903>
- Jardim, C. M., Jham, G. N., Dhingra, O. D., & Freire, M. M. (2010). Chemical Composition and Antifungal Activity of the Hexane Extract of the Brazilian *Chenopodium ambrosioides* L. *J. Braz. Chem. Soc*, 21(10), 1814–1818.
- Jesus, R. S., Piana, M., Freitas, R. B., Brum, T. F., Alves, C. F. S., Belke, B. V., Mossmann, N. J., Cruz, R. C., Santos, R. C. V., Dalmolin, T. V., Bianchini, B. V., Campos, M. M. A., & Bauermann, L. de F. (2017). *In vitro* antimicrobial and antimycobacterial activity and HPLC–DAD screening of phenolics from *Chenopodium ambrosioides* L. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(2), 296. <https://doi.org/10.1016/J.BJM.2017.02.012>
- Kandsi, F., Conte, R., Marghich, M., Lafdil, F. Z., Alajmi, M. F., Bouhrim, M., Mechchate, H., Hano, C., Aziz, M., & Gseyra, N. (2021). Phytochemical Analysis, Antispasmodic, Myorelaxant, and Antioxidant Effect of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin and Clemants Flower Hydroethanolic Extracts and Its Chloroform and Ethyl Acetate Fractions. *Molecules*, 26(23), 7300. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26237300>
- Kasali, F. M., Tusiimire, J., Kadima, J. N., & Agaba, A. G. (2021). Ethnomedical uses, chemical constituents, and evidence-based pharmacological properties of *Chenopodium ambrosioides* L.: extensive overview. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s43094-021-00306-3>
- Kasrati, A., Sakar, E. H., Aljaiyash, A., Hirri, A., Tamegart, L., Abbad, I., & Alaoui Jamali, C. (2024). Chemical Profiling, Insecticidal, and Phytotoxic Effect of Essential Oils from Leaves and Inflorescence of Moroccan *Chenopodium ambrosioides* (L.). *Plants* 2024, Vol. 13, Page 483, 13(4), 483. <https://doi.org/10.3390/PLANTS13040483>

- Kiuchi, F., Itano, Y., Uchiyama, N., Honda, G., Tsubouchi, A., Nakajima-Shimada, J., & Aoki, T. (2002). Monoterpene hydroperoxides with trypanocidal activity from *Chenopodium ambrosioides*. *Journal of Natural Products*, 65(4), 509–512. https://doi.org/10.1021/NP010445G/SUPPL_FILE/NP010445G_S.PDF
- Knauth, P., Acevedo-Hernández, G. J., Cano, M. E., Gutiérrez-Lomeli, M., & López, Z. (2018). *In vitro* Bioactivity of Methanolic Extracts from *Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Schiede ex Standl., *Chenopodium ambrosioides* L., *Cirsium mexicanum* DC., *Eryngium carlinae* F. Delaroché, and *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. Used in Traditional Medicine in Mexico. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3610364>
- De la Cruz Chacón, I., & Santiago Martínez, A. (2024). *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin y Clemants (Amaranthaceae): la relevancia de sus actividades biológicas. <https://publuu.com/flip-book/545809/1805810/page/40>
- Lidani, K. C. F., Andrade, F. A., Bavia, L., Damasceno, F. S., Beltrame, M. H., Messias-Reason, I. J., & Sandri, T. L. (2019). Chagas disease: From discovery to a worldwide health problem. En *Journal of Physical Oceanography* (Vol. 49, Número 6). American Meteorological Society. <https://doi.org/10.3389/jpubh.2019.00166>
- Ločárek, M., Nováková, J., Klouček, P., Hošťálková, A., Kokoška, L., Gábrlová, L., Šafratová, M., Opletal, L., & Cahlíková, L. (2015). Antifungal and Antibacterial Activity of Extracts and Alkaloids of Selected Amaryllidaceae Species. *Natural Product Communications*, 9(10).
- MacDonald, D., VanCrey, K., Harrison, P., Rangachari, P. K., Rosenfeld, J., Warren, C., & Sorger, G. (2004). Ascaridole-less infusions of *Chenopodium ambrosioides* contain a nematocide(s) that is(are) not toxic to mammalian smooth muscle. *Journal of Ethnopharmacology*, 92(2–3), 215–221. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.02.018>
- Martínez-Peinado, N., Cortes-Serra, N., Torras-Claveria, L., Pinazo, M. J., Gascon, J., Bastida, J., & Alonso-Padilla, J. (2020). Amaryllidaceae alkaloids with anti-*Trypanosoma cruzi* activity. *Parasites and Vectors*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04171-6>
- Morán Barreiro, J. J., & Mora Castro, O. W. (2022). Principales fungicidas químicos para el control del hongo *Fusarium verticillioides*, que afectan en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)".
- Navarrete-Carriola, D. V., Rivera, G., Ortiz-Pérez, E., Paz-González, A. D., Martínez-Vázquez, A. V., Aquino-González, L. V., Argueta-Figueroa, L., Doyle, M. P., & Moreno-Rodríguez, A. (2025). Antiparasitic Effect of Polyphenols and Terpenes from Natural Products Against *Trypanosoma cruzi* and *Leishmania mexicana*. *Metabolites* 2025, Vol. 15, Page 560, 15(8), 560. <https://doi.org/10.3390/METABO15080560>
- Neiva, V. do A., Ribeiro, M. N. S., Nascimento, F. R. F., Cartágenes, M. do S. S., Coutinho-Moraes, D. F., & do Amaral, F. M. M. (2014). Plant species used in giardiasis treatment: Ethnopharmacology and *in vitro* evaluation of anti-Giardia activity. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 24(2), 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2014.04.004>
- Nibret, E., & Wink, M. (2011). *Trypanocidal and Cytotoxic Effects of Ethiopian Plants*.
- Pagotti, M. C., Candido, A. C. B. B., Marçal, M. G., Vieira, T. M., Groppo, M., Silva, M. L. A., Ferreira, D. S., Esperandim, V. R., Crotti, A. E. M., & Magalhães, L. G. (2021). Trypanocidal Activity of *Dysphania ambrosioides*, *Lippia alba*, and *Tetradenia riparia* Essential Oils against *Trypanosoma cruzi*. *Chemistry and Biodiversity*, 18(12). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100678>
- Peláez-Álvarez, A., De Los Santos-Villalobos, S., Yépez, E. A., Parra-Cota, F. I., & Reyes-Rodríguez, R. T. (2016). Efecto sinérgico de *Trichoderma asperellum* T8A y captan 50® contra *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.)*. En *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Vol. 7).
- Peña-Callejas, G., González, J., Jiménez-Cortés, J. G., De Fuentes-Vicente, J. A., Salazar-Schettino, P. M., Bucio-Torres, M. I., Cabrera-Bravo, M., & Flores-Villegas, A. L. (2022). Enfermedad de Chagas: biología y transmisión de *Trypanosoma cruzi*. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.449>

Recibido / Received:
1/diciembre/2025

**Recepción de versión
corregida / Revised
version received:**
18/abril/2026

Aceptado / Accepted:
27/mayo/2026

- Ramirez-Mares, M. V., & Hernandez-Carlos, B. (2015). Plant-derived natural products from the american continent for the control of phytopathogenic fungi: a review. *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences*, 3(4), 96–118. <https://doi.org/10.17957/jgiass/3.4.721>
- Ramos-Guerra, M. C. (2005). *Caracterización parcial de los extractos de Artemisia ludoviciana, Chenopodium ambosioides, Flourensia cernua, Marrubium vulgare, Mentha spicata y su determinación como actividad amebicida, giardicida y bactericida* [Universidad Autónoma de Nuevo Leon]. <http://eprints.uanl.mx/22536/1/FCB%201020151913.pdf>
- Raquel-Fernández, L., Musikant, D., & Edreira, M. M. (2021). Naturally Occurring Alkaloids, Derivatives, and Semi-synthetic Modifications as Lead Compounds for the Development of New Anti-*Trypanosoma cruzi* Agents. *Current Clinical Microbiology Reports*, 68–86. <https://doi.org/10.1007/s40588-021-00163-x/Published>
- Rios-Hernández, T. A., Uc-Varguez, A., & Evangelista-Martínez, Z. (2021). Biological control of *Fusarium oxysporum* causal agent of gladiolus corm rot by streptomycetes. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 39(3). <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2105-3>
- Ríos-Herrera, E. N., Ochoa-Fuentes, Y. M., Cerna-Chávez, E., Landeros-Flores, J., Cepeda-Siller, M., & Rodríguez-Guerra, R. (2017). Hongos asociados a la mancha de asfalto en el cultivo de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 457–462. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V8I2.65>
- Sales, P. A., Molina, I., Murta, S. M. F., Sánchez-Montalvá, A., Salvador, F., Corrêa-Oliveira, R., & Carneiro, C. M. (2017). Experimental and clinical treatment of Chagas disease: A review. En *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* (Vol. 97, Número 5, pp. 1289–1303). American Society of Tropical Medicine and Hygiene. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0761>
- Sánchez-Palestino, L. M., Moreno-Rodríguez, A., Navarrete-Carriola, D. V., Martínez-Archundia, M., López-Vargas, M., Argueta-Figueroa, L., Vázquez-Jiménez, L. K., Paz-González, A. D., Ortiz-Pérez, E., Doyle, M. P., Rivera, G., & Mx (, V.-J. (2025). Design, Synthesis, *In vitro* and *in silico* Biological Evaluation of New Pyridine-2,5-Dicarboxylates Esters Bearing Natural Source Fragments as Anti-*Trypanosomatid* Agents. *Pharmaceutics*, 17, 1271. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics>
- Shoaib, M., Shah, S. W. A., Ali, N., Shah, I., Ullah, S., Ghias, M., Tahir, M. N., Gul, F., Akhtar, S., Ullah, A., Akbar, W., & Ullah, A. (2016). Scientific investigation of crude alkaloids from medicinal plants for the management of pain. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/S12906-016-1157-2/TABLES/2>
- Siddiqui, Y., & Ali, A. (2014). *Colletotrichum gloeosporioides* (Anthracnose). En *Postharvest Decay: Control Strategies* (pp. 337–371). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411552-1.00011-9>
- Silva, L. C., Correia, A. F., Gomes, J. V. D., Romão, W., Motta, L. C., Fagg, C. W., Magalhães, P. O., Silveira, D., & Fonseca-Bazzo, Y. M. (2022). Lycorine Alkaloid and *Crinum americanum* L. (Amaryllidaceae) Extracts Display Antifungal Activity on Clinically Relevant Candida Species. *Molecules*, 27(9), 2976. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES27092976/S1>
- Stappen, I., Tabanca, N., Ali, A., Wanner, J., Lal, B., Jaitak, V., Wedge, D. E., Kaul, V. K., Schmidt, E., & Jirovetz, L. (2018). Antifungal and repellent activities of the essential oils from three aromatic herbs from western Himalaya. *Open Chemistry*, 16(1), 306–316. <https://doi.org/10.1515/chem-2018-0028>
- Vásquez-Covarrubias, D. A., Montes Belmont, R., Jiménez Pérez, A., & Flores Moctezuma, H. E. (2014). Aceites Esenciales y Extractos Acuosos para el Manejo in vitro de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y *F. solani*. *Revista Mexicana De Fitopatología*, 31(2), 170–179.
- Zohra, T., Ovais, M., Khalil, A. T., Qasim, M., Ayaz, M., & Shinwari, Z. K. (2019). Extraction optimization, total phenolic, flavonoid contents, HPLC-DAD analysis and diverse pharmacological evaluations of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants. *Natural Product Research*, 33(1), 136–142. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1437428>