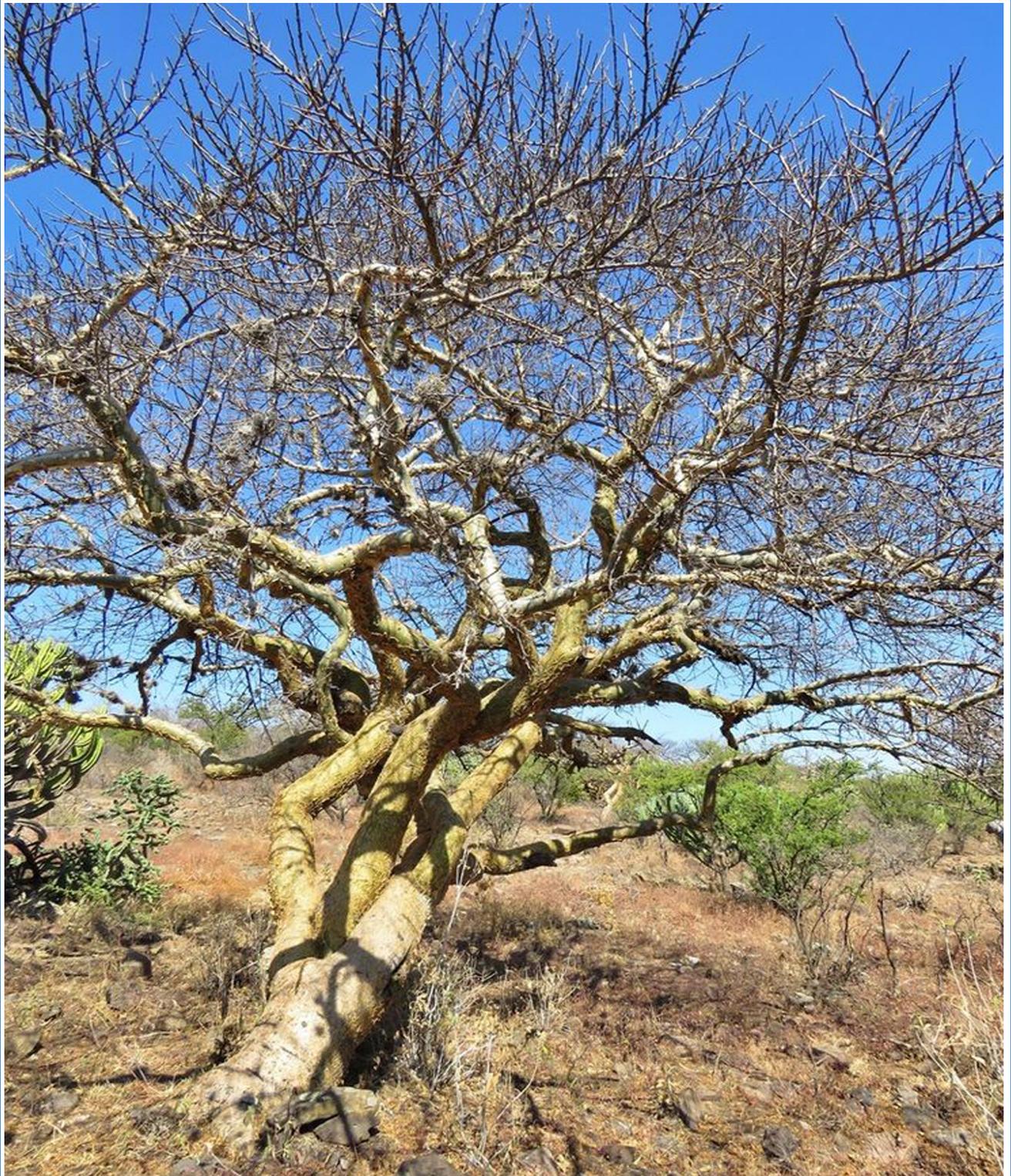


POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768

ISSN 2395-9525



Núm. 60

 **CONAHCYT**
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Julio 2025

PÁG.

CONTENIDO

- 1 *Mammillaria scoria* (cactaceae) una nueva especie de Querétaro, México
Mammillaria scoria (Cactaceae) a new species from Querétaro, México
Pedro González-Zamora | David Aquino | Daniel Sánchez
- 15 Revisión del género *Karwinskia* (Rhamnaceae) en México
Review of the *Karwinskia* genus (Rhamnaceae) in Mexico
Rafael Fernández Nava | María de la Luz Arreguín Sánchez
- 39 Diversidad florística de las áreas verdes urbanas de Miahuatlán, una ciudad pequeña de Oaxaca, México
Floristic diversity of the urban green areas of Miahuatlán, a small city from Oaxaca, Mexico
Víctor Gutiérrez Pacheco | Deisy Coromoto Rebolledo López
- 61 Caracterización morfológica de especies del género *Hylocereus* (Cactaceae) en una unidad de cultivo localizada en Molcaxac, Puebla, México
Morphological characterization of species of the genus *Hylocereus* (Cactaceae) in a cultivation unit located in Molcaxac, Puebla, Mexico
Vianey del Rocío Torres Pelayo
- 79 Estandarización del proceso de diafanización vegetal en las especies: *Adiantum pedantum* L. (Pteridaceae), *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott (Nephrolepidaceae) y una Spermatophyta *Pyracantha koidzumii* Hayata Rehder Rosaceae
Standardization of the plant diaphanization process; of *Adiantum pedantum* L. (Pteridaceae), *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott (Nephrolepidaceae) and one Spermatophyta *Pyracantha koidzumii* Hayata Rehder (Rosaceae)
Ruth Concepción Márquez Juárez | Arantxa Chowell-López | Diego Martínez Mata | Gabriela Sánchez Fabila Sánchez Fabila | Roberto Moreno Colín | Pilar Amellali Badillo-Suárez | Irma Estrella Beatriz Manuell Cacheux | Rogelio Monterrubio Valdivia
- 91 Análisis de la estructura de un bosque en una región del suroeste del estado de Durango
Analysis of the structure of a forest in a southwestern region of the state of Durango
Manuel Antonio Díaz-Vásquez | Pedro Antonio Domínguez-Calleros | Norberto Domínguez-Amaya | Héctor Manuel Loera-Gallegos | Jesús Alejandro Soto-Cervantes
- 107 Estructura y diversidad arbórea de una selva mediana perennifolia en el complejo ecoturístico Agua Selva, Tabasco, México
Tree structure and diversity of a medium evergreen forest in the Agua Selva ecotourism complex, Tabasco, Mexico
Manuel Pérez de la Cruz | Josué García León | José del Carmén Gerónimo Torres | Facundo Sánchez Gutiérrez | Miguel Alberto Magaña Alejandro | Aracely de la Cruz Pérez
- 123 Diversidad del sotobosque; un atributo de evaluación en reforestaciones utilizadas como estrategias de restauración forestal
Understory diversity; an evaluation attribute in reforestations used as a forest restoration strategy
Francisca Ofelia Plascencia Escalante | Isidoro Herrera Ávila | Marfín Pérez Suárez | Patricia Hernández De La Rosa | Gregorio Ángeles Pérez
- 141 Estructura y diversidad arbórea bajo dos esquemas de manejo forestal e influencia de la orientación geográfica en un bosque de Durango, México
Tree structure and diversity under two forest management schemes and the influence of geographic orientation in a forest in Durango, Mexico
José de Jesús Graciano Luna | Eduardo Alanís Rodríguez | Oscar Aguirre Calderón | César Martín Cantú Ayala | José Yerena Yamalle | Cristian Martínez Adriano | José Luján Soto
- 163 Reserva de carbono orgánico y nitrógeno en Luvisol bajo diferentes usos de suelo en Oaxaca, México
Organic carbon and nitrogen reserve in Luvisol under different land uses in Oaxaca, México
Celestino Sandoval García | Israel Cantú Silva
- 177 Estimación de carbono a nivel árbol individual en bosque natural mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT)
Carbon estimation at individual tree level in natural forest using unmanned aerial vehicles (UAV)
Jaime Briseño Reyes | Susana Isabel Hinojosa-Espinoza | José Javier Corral-Rivas | Jesús Aguirre-Gutiérrez | Daniel José Vega-Nieva | Héctor Manuel De los Santos Posadas
- 199 Variación morfométrica y espacial urbana de tres especies arbóreas en función del ancho de camellón en calles de la ciudad de San Luis Potosí, México
Morphometric and urban spatial variation of three tree species in relation to street median width in the city of San Luis Potosí México
Andrea Candia Lomelí | Carlos Renato Ramos Palacios | Jonathan Hammurabi González Lugo | Fredy Alexander Alvarado Roberto
- 229 Descripción inicial de la fenología de *Quercus durifolia* Seemen ex Loes. árbol endémico de la Sierra Madre Occidental
Initial description of the phenology of *Quercus durifolia* Seemen ex Loes. endemic tree of the Sierra Madre Occidental
Rosa Elvira Madrid Aispuro | José Ángel Prieto Ruíz | Arnulfo Aldrete | Silvia Salcido Ruiz | Eduardo Daniel Vivar Vivar | Laura Elena Martínez Nevárez
- 245 Registro polínico en miel de *Apis mellifera* L. de dos localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México
Pollen record on honeybee honey of *Apis mellifera* L. of Sierra of Manantlan Biosphere Reserve, Jalisco, México
Xochilt Morales Najarro | Iris Grisel Galván Escobedo | Monserrat Vázquez Sánchez | Montserrat Medina Acosta

PÁG.

CONTENIDO

- 263 Efecto de complejos orgánicos en la micropropagación de *Phalaenopsis* var. Dudu
Effect of organic complexes on micropropagation of *Phalaenopsis* var. Dudu
Amaury Arzate Fernández | Sandra Martínez Martínez | Tomás Norman Mondragón | María Mariezcurrena Berazain | Arely Piña Sampedreño
- 273 Evaluación de las respuestas de tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) inoculadas con bacterias cuando se cultivan en condiciones de estrés por aguas residuales y sulfato de cobre.
Evaluation of the responses of three tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.) inoculated with bacteria when grown under stress conditions due to wastewater and copper sulfate
Abdul Khalil Gardezi | Leticia Manuela Inzunza Medina | Guillermo Carrillo Castañeda | Hector Manuel Ortega Escobar | oscar raul mancilla villa | Juan Enrique Rubiños Panta | Jorge flores Velazquez | Mora Meraz Maldonado | Sergio Roberto Marquez Berber | Hector Flores Magdaleno | Gabriel Haro Aguilar
- 291 Especies de *Meloidogyne* asociadas a cultivos hortícolas en el Valle de Tepeaca, Puebla, México
Perineal patterns and isozyme phenotypes for the identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in vegetables from the Tepeaca Valley, Puebla, Mexico
María Gabriela Medina Canales | Ana Karen Alquicira Jimenez | Norma García Aguilar | Iliá Mariana Escobar Ávila | Alejandro Tovar Soto
- 307 Efecto de las propiedades físicas y químicas del suelo en el estado nutrimental del nopal-verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill variedad Milpa Alta
Effect of soil physical and chemical properties on the nutritional status of nopal-vegetable (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill variety Milpa Alta
Bertha Patricia Zamora Morales | Aurelio Báez Pérez | Leticia Bonilla-Valencia | Jorge Artemio Zegbe Domínguez | Marisela Cristina Zamora Martínez | Abel Quevedo-Nolasco
- 325 Evaluación fitoquímica de extractos de la resina de *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.
Phytochemical evaluation of resin extracts of *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.
Luis Antonio Flores-Hernández | Fanny Imelda Pastenes-Felizola | Fanny Imelda Pastenes-Felizola | Jose Luis Díaz-Núñez | Pablo Noé Núñez-Aragón
- 337 Callogénesis y análisis fitoquímico de *Euphorbia nutans* Lag.
Callogenesis and phytochemical analysis of *Euphorbia nutans* Lag.
Daniel Aguilar Jiménez | Benito Reyes Trejo | José Luis Rodríguez De la O | Juan Martínez Solís
- 355 Evaluación de dos métodos de desinfección de sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus*
Evaluation of two substrate disinfection methods for the production of *Pleurotus ostreatus*
Rosa Elena Hernández Hernández | Veronica Rosales Martinez | Carolina Flota Bañuelos | Mónica Leticia Osnaya González | Porfirio Morales Almora
- 367 Conservación genómica de dos especies del orden Asparagales con cariotipo bimodal, empleando hibridación genómica *in situ* (GISH)
Genomic conservation of two species of the order Asparagales with bimodal karyotype, using genomic *in situ* hybridization (GISH)
María José García Castillo | Luis Carlos Rodríguez Zapata | Lorenzo Felipe Sanchez Teyer
- 381 Prácticas de manejo para la producción de (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) en productores del Municipio de Pungarabato, Guerrero, México
Management practices for the production of (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) in producers of the Municipality of Pungarabato, Guerrero, Mexico
Jaime Olivares | Santos Rodríguez Mejía | Saúl Rojas Hernández | Teolincacihualt Romero Rosales | Miguel Ángel Damian Valdéz | Vania Jiménez Lobato | Lucero Sarabia Salgado
- 395 Manejo del ramón *Brosimum alicastrum* Sw. en huertos familiares de Tzucacab, Yucatán, México
Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) management in home gardens of Tzucacab, Yucatán, México
Rosalba Esther Mex Mex | Juan José Jiménez Osornio | Patricia Irene Montañez-Escalante | Héctor Estrada Medina | Guadalupe del Carmen Reyes Solis
- 411 Rescate y conservación del conocimiento tradicional sobre plantas medicinales en la sierra de Taxco, Guerrero, México: El caso del Toronjil (*Agastache mexicana* subsp. *mexicana*)
Rescue and conservation of traditional knowledge on medicinal plants in the Sierra de Taxco, Guerrero, Mexico: The case of Toronjil (*Agastache mexicana* subsp. *mexicana*)
Judith Morales Barrera | Blas Cruz-Lagunas | Miguel Angel Gruintal-Santos | Mirna Vázquez-Villamar | Teolincacihualt Romero-Rosales | Saúl Rojas-Hernández | Tania de Jesús Adame Zambrano
- 441 Etnobotánica de los chiles silvestres en dos comunidades ch'oles de Tacotalpa, Tabasco, México
Ethnobotany of wild chili peppers in two ch'ol communities of Tacotalpa, Tabasco, Mexico
Guadalupe Morales Valenzuela | María Isabel Villegas Ramírez
- 459 Caracterización sensorial para la diferenciación de mezcal ancestral de dos zonas productoras de Oaxaca, México
Sensory characterization for the differentiation of ancestral mezcal from two producing areas of Oaxaca, Mexico
Susana Yareth López García | Anastacio Espejel García | Arturo Hernández Montes | Landy Hernández Rodríguez | Ariadna Isabel Barrera Rodríguez

REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

EDITOR EN JEFE

Rafael Fernández Nava

EDITORA ASOCIADA

María de la Luz Arreguín Sánchez

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

Christiane Anderson
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan, US

Delia Fernández González
Universidad de León
León, España

Heike Vibrans
Colegio de Postgraduados
Estado de México, México

José Angel Villarreal Quintanilla
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Saltillo, Coahuila, México

Hugo Cota Sánchez
University of Saskatchewan
Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Luis Gerardo Zepeda Vallejo
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Fernando Chiang Cabrera
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Claude Sastre
Muséum National d'Histoire Naturelle
Paris, Francia

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

Mauricio Velayos Rodríguez
Real Jardín Botánico
Madrid, España

Francisco de Asis Dos Santos
Universidad Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana, Brasil

Noemi Waksman de Torres
Universidad Autónoma de Nuevo León
Monterrey, NL, México

Carlos Fabián Vargas Mendoza
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Julieta Carranza Velázquez
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

José Luis Godínez Ortega
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Tom Wendt
University of Texas
Austin, Texas, US

José Manuel Rico Ordaz
Universidad de Oviedo
Oviedo, España

Edith V. Gómez Sosa
Instituto de Botánica Darwinion
Buenos Aires, Argentina

Edith V. Gómez Sosa
Instituto de Botánica Darwinion
Buenos Aires, Argentina

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

Jorge Llorente Bousquets
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, 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 itálicas. 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:

CONAHCYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Humanidades, 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.



EVALUACIÓN FITOQUÍMICA DE EXTRACTOS DE LA RESINA DE *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.

PHYTOCHEMICAL EVALUATION OF RESIN EXTRACTS FROM *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.

Díaz-Nuñez, J.L., F.I. Pastenes-Felizola, P.N. Núñez-Aragón, L.A. Flores-Hernández
EVALUACIÓN FITOQUÍMICA DE EXTRACTOS DE LA RESINA DE *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.

PHYTOCHEMICAL EVALUATION OF RESIN EXTRACTS FROM *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.



Evaluación fitoquímica extractos de la resina de *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.**Phytochemical evaluation of resin extracts from *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.**

Flores-Hernández, L.A.,
F.I. Pastenes-Felizola,
J.L. Díaz-Núñez,
P.N. Núñez-Aragón

EVALUACIÓN
FITOQUÍMICA DE
EXTRACTOS DE LA
RESINA DE *Bursera*
fagaroides (Kunth) Engl.

PHYTOCHEMICAL
EVALUATION OF RESIN
EXTRACTS FROM *Bursera*
fagaroides (Kunth) Engl.

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 60: 325-336. Julio 2025

DOI:
10.18387/polibotanica.60.19

José Luis Díaz-Núñez <https://orcid.org/0000-0002-3274-7542>

Laboratorio de Fitoquímica, Postgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados
Campus Montecillo. Km 36.5, Carretera Federal México-Texcoco, Texcoco,
Estado de México, México, CP 56230.

Fanny Imelda Pastenes-Felizola <https://orcid.org/0009-0009-8913-0939>

Instituto de Investigación Área Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de
Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas s/n. Ciudad Universitaria Sur
Chilpancingo, Guerrero, México, CP 39087

Pablo Noé Núñez-Aragón <https://orcid.org/0000-0001-5228-201X>

Centro de Estudios Profesionales, Colegio Superior Agropecuario del Estado de
Guerrero, km 14 carretera Iguala-Cocula, Cocula, Guerrero, México, CP 40581

Luis Antonio Flores-Hernández / flores.luis@inifap.gob.mx 

<https://orcid.org/0000-0003-4224-4348>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Iguala. Km. 2.5, Carretera Iguala-Tuxpan
Iguala de la Independencia, Guerrero, México, CP 40000

RESUMEN El género *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae) es un grupo de árboles y arbustos caducifolios representativos de bosques tropicales secos que se caracterizan por producir resinas aromáticas que presentan propiedades farmacológicas importantes. El objetivo de esta investigación fue obtener extractos de la resina de *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., recolectada en Puebla, con disolventes de diferente polaridad, para identificar y cuantificar metabolitos secundarios, y evaluar su potencial antioxidante. Por medio de un muestreo dirigido se seleccionaron árboles adultos de *B. fagaroides* y se realizó una recolecta de resina solidificada. Luego la resina paso por una extracción secuencial con hexano, diclorometano y metanol para obtener extractos. Se obtuvo el rendimiento de los extractos y en ellos se identificaron y cuantificaron metabolitos secundarios por medio de técnicas colorimétricas y curvas estándar con moléculas de referencia. De igual manera, se analizó la actividad antioxidante de los extractos con el método 2,2-difenol-1-picrilhidrazilo (DPPH). El mayor rendimiento de extracto ($990.0 \pm 16.5 \text{ mg g}^{-1}$ de resina) se obtuvo de la extracción con diclorometano (ED). En los extractos se identificaron terpenos, saponinas, fenoles y flavonoides. En el extracto de ED el rendimiento de terpenos fue de $638.2 \pm 23.6 \text{ mg}$ de equivalentes de ácido masticadienóico g^{-1} de extracto y en el extracto de extracción con metanol el rendimiento de fenoles fue de $19.9 \pm 2.0 \text{ mg}$ de equivalentes de ácido gálico g^{-1} de extracto. Los extractos no presentaron actividad antioxidante por el método de DPPH. Los extractos de la resina de *Bursera fagaroides* son una fuente de terpenos, saponinas, fenoles y flavonoides que no presentan propiedades antioxidantes.

Palabras clave: terpenos, saponinas, fenoles, flavonoides, actividad antioxidante.

ABSTRACT: The genus *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae) comprises a group of deciduous trees and shrubs characteristic of tropical dry forests, known for producing aromatic resins with important pharmacological properties. The aim of this study was to obtain resin extracts of *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., collected in Puebla, using

solvents of varying polarity, to identify and quantify secondary metabolites, and to evaluate their antioxidant potential. Through targeted sampling, adult *B. fagaroides* trees were selected and solidified resin was collected. The resin was subjected to sequential extraction with hexane, dichloromethane, and methanol to obtain the extracts. Extraction yield was calculated, and secondary metabolites were identified and quantified using colorimetric techniques and standard curves with reference compounds. The antioxidant activity of the extracts was evaluated using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method. The highest extract yield ($990.0 \pm 16.5 \text{ mg g}^{-1}$ of resin) was obtained with dichloromethane (DCM extract). Terpenes, saponins, phenols, and flavonoids were identified in the extracts. The DCM extract yielded $638.2 \pm 23.6 \text{ mg}$ of masticadienoic acid equivalents per gram of extract in terpenes, while the methanol extract yielded $19.9 \pm 2.0 \text{ mg}$ of gallic acid equivalents per gram of extract in phenols. None of the extracts exhibited antioxidant activity using the DPPH method. The resin extracts of *Bursera fagaroides* are a source of terpenes, saponins, phenols, and flavonoids, but do not show antioxidant properties.

Key words: terpenes, saponins, phenols, flavonoids, antioxidant activity.

INTRODUCCIÓN

El género *Bursera* es un grupo de árboles y arbustos caducifolios representativos de bosques tropicales secos, con una distribución de 94 especies en México, de las cuales 80 son endémicas y 50 se localizan en cuenca del río Balsas (Barrales-Alcalá y Bonfil 2024; Blancas-Vázquez *et al.*, 2022).

En numerosas comunidades rurales de México y desde tiempos antiguos las especies del género *Bursera* han tenido importancia cultural, económico, ecológica, medicinal y religiosa (Blancas *et al.*, 2022; Rio *et al.*, 2022). Los árboles y arbustos sirven de cercas vivas para delimitar propiedades, de la corteza se pueden extraer resinas aromáticas (copales) y látex, la madera sirve para fabricar herramientas agrícolas, figuras religiosas, máscaras tradicionales y en algunos casos se puede usar como leña (Blancas-Vázquez *et al.*, 2022; Rio *et al.*, 2022).

Las resinas del género *Bursera* son sustancias que tiene una composición química rica en terpenos (mono, sesqui y tri-terpenos), y su función es proteger a las plantas de herbívoros y microorganismo patógenos (Blancas *et al.*, 2022; Antúnez-Mojica *et al.*, 2021). A la vez, presentan actividad antioxidante, antimicrobiana (bactericida y fungicida), desinfectante, antiviral, antiinflamatoria y anticancerígena (Blancas *et al.*, 2022).

Una resina poco estudiada es la producida por la especie de *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., un grupo de árboles y arbustos dióicos o hermafroditas que pueden alcanzar hasta diez metros de altura y se encuentran distribuidos en matorrales xerófilos, selvas tropicales caducifolias y bosques de encino de México (Blancas-Vázquez *et al.*, 2022). Además, esta especie en la medicina tradicional se utiliza para tratar desordenes estomacales, inflamaciones, daños físicos, lesiones cutáneas e incluso algunos tipos de tumores y cáncer (Pérez-Mejía *et al.*, 2024).

En la resina de *B. fagaroides* los metabolitos secundarios más estudiados son lignanos que presentan propiedades anticancerígenas (Antúnez-Mojica *et al.*, 2021; Marcotullio *et al.*, 2018). Sin embargo, aunque se sabe que el componente mayoritario de las resinas son terpenos (Blancas *et al.*, 2022), las investigaciones de la identificación y actividad de otros metabolitos secundarios presentes en la resina de *B. fagaroides* son escasas (Barrales-Alcalá y Bonfil 2024; Blancas *et al.*, 2022). Por lo que, el objetivo de esta investigación fue obtener extractos con disolventes de diferente polaridad de la resina de *Bursera fagaroides* recolectada en Puebla, con el propósito de identificar y cuantificar metabolitos secundarios por medio de técnicas colorimétricas, y evaluar su potencial antioxidante, para enriquecer el conocimiento fitoquímico que se tiene acerca de la resina que produce esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Por medio de un muestreo dirigido, en el municipio de “Huehuetlan El Grande”, Puebla, México, paralelos 18° 41' 06" y 18° 53' 12" de latitud norte y meridianos 98° 03' 18" y 98° 15' 06" de longitud oeste, en agosto de 2014 (verano), se seleccionaron cinco árboles adultos de *Bursera fagaroides* identificados por la Dra. Agustina Rosa Andrés Hernández investigadora de la Facultad de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, al mismo tiempo, una muestra del espécimen fue herborizado y depositado en el herbario de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGC), número de registro 14874. Los árboles seleccionados tenían alturas superiores a los cinco metros y estaban en etapa de fructificación, a los cuales se realizó una recolecta de resina solidificada (color ámbar con tonalidades blanquecinas y oscuras) con un bisturí estéril sin tomar corteza del árbol.

Obtención de los extractos de la resina

Las muestras de resina solidificada recolectadas (5 en total) se molieron en mortero hasta obtener polvo. Se pesaron 3.410 g del polvo de resina por cada muestra y se procedió a realizar una extracción secuencial con hexano (J.T. Baker®), diclorometano (J.T. Baker®) y metanol (J.T. Baker®). Las muestras permanecieron 48 h con los disolventes y después se centrifugaron (45000 rpm, durante 10 min), para recuperar las soluciones. A las soluciones se les evaporaron los disolventes, en rota-evaporador (BUCHI, R-114) a presión reducida y temperatura (60 a 70 °C), para obtener los extractos. En total se obtuvieron 15 extractos, cinco de la extracción con hexano (hexánicos), cinco de la extracción con diclorometano (diclorometánicos) y cinco de la extracción con metanol (metanólicos) y el rendimiento promedio se expresó en miligramo sobre gramo de resina (mg g⁻¹ de resina).

Identificación preliminar de metabolitos secundarios en los extractos de la resina

De los 15 extractos se tomó un miligramo y se disolvieron en un mililitro de los disolventes con los que se extrajeron, en tubos de ensayo. Se obtuvieron 15 soluciones a las que se les realizaron las técnicas descritas por Yadav y Agarwala (2011) y del Laboratorio de Fitoquímica Vegetal del Colegio de Postgraduados (CP) Campus Montecillo, para la identificación de seis metabolitos secundarios:

Fenoles. Se tomaron 100 µL de las soluciones, se depositaron en tubos de ensayo (15 en total) y se agregaron tres gotas de reactivo de Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich®) a 50%. La mezcla de los tubos se agito (Vórtex, GENIE II MIXER) y la reacción positiva fue un cambio de color a tonalidad azul oscuro. El control positivo fue 100 µL de una solución de ácido gálico (MERCK®) de 1 mg mL⁻¹ en etanol a 80% y el control negativo fueron solo los reactivos.

Flavonoides. En tubos de ensayo (15 en total) se depositaron 100 µL de las soluciones y se les agregaron un trozo de cinta de magnesio (Sigma-Aldrich®) de cinco milímetros y tres gotas de ácido clorhídrico (HCl, MEYER®) concentrado (prueba de Shinoda). La mezcla de los tubos se agito y la reacción positiva fue la presencia de un ligero color amarillo a rosa en solución efervescente. El control positivo fue 100 µL de una solución de quercetina (MERCK®) de 1 mg mL⁻¹ en metanol a 80% y el control negativo fueron solo los reactivos.

Alcaloides. Se tomaron 100 µL de las soluciones, se depositaron en tubos de ensayo (15 en total) y se agregaron dos mililitros de HCl a uno por ciento. Luego los tubos de ensayo se agruparon en un vaso de precipitados y se metieron en un recipiente de metal con agua caliente (60 a 70 °C) por 20 min. Después, se sacó el vaso de precipitados del agua caliente y los tubos de ensayo se dejaron reposar a temperatura ambiente durante 20 min. Finalmente, en los tubos de ensayo se agregaron tres gotas de reactivo Dragendorff (Sigma-Aldrich®). La mezcla de los tubos se agito y la reacción positiva fue un cambio de color a tonalidad naranja. El control positivo fue 100 µL de una solución de polvo de hojas de *Lupinus* sp., de 10 mg mL⁻¹ en metanol a 80% y el control negativo fueron solo los reactivos.

Saponinas. En tubos de ensayo (15 en total) se depositaron 100 µL de las soluciones y se agregaron 0.5 mL de solución AB (mezclar 1.5 mL de solución A y 1.5 mL de solución B) junto con 0.5 mL de carbonato de sodio (Na₂CO₃, MERCK®) 1 molar (prueba de Fehling). Luego los

tubos de ensayo se agruparon en un vaso de precipitados y se metieron en un recipiente de metal con agua caliente (60 a 70 °C) durante 30 min. La mezcla de los tubos se agito y la reacción positiva fue un cambio de color a tonalidad rosa. Control positivo fue 100 µL de una solución de polvo de saponina de soya, de 10 mg mL⁻¹ en agua destilada y el control negativo fueron solo los reactivos.

Preparación de solución A: 0.64 g de sulfato de cobre (CuSO₄, MERCK®) en cinco mililitros de agua. Preparación de solución B: 1.76 g de tartrato potasio-sodio (KNaC₄H₄O₆·4H₂O, MERCK®) y 0.77 g de hidróxido de sodio (NaOH, MERCK®) en cinco mililitros de agua.

Taninos. Se tomaron 100 µL de las soluciones, se depositaron en tubos de ensayo (15 en total) y agregaron tres gotas de cloruro férrico (FeCl₃, Sigma-Aldrich®) a 5%. La mezcla de los tubos se agito y la reacción positiva fue un cambio de color a tonalidad azul violeta. El control positivo fue 100 µL de una solución de ácido tánico (MERCK®) de 1 mg mL⁻¹ en metanol a 80% y el control negativo fueron solo los reactivos.

Terpenos. En tubos de ensayo (15 en total) se depositaron 100 µL de las soluciones y agregaron dos gotas de anhídrido acético (Ac₂O, Sigma-Aldrich®) y dos gotas de ácido sulfúrico (H₂SO₄, MEYER®) concentrado (prueba de Liebermann-Burchard). La mezcla de los tubos se agito y la reacción positiva fue un cambio de color a tonalidad azul verdoso. El control positivo fue 100 µL de una solución de ácido masticadienónico (MERCK®) de 1 mg mL⁻¹ en diclorometano a 80% y el control negativo solo los reactivos.

Cuantificación de terpenos totales en el extracto obtenido de la extracción con diclorometano

De los cinco extractos diclorometánicos se prepararon soluciones de 10 mg mL⁻¹ en diclorometano a 80% y se siguió el método utilizado por el Laboratorio de Fitoquímica del CP, para cuantificar terpenos.

Por triplicado se realizó una curva estándar de ácido masticadienónico (0.1 mg mL⁻¹ en diclorometano a 80%) con concentraciones de 0, 25, 75, 150 y 300 µL y se tomaron también por triplicado 10 µL de las soluciones de los extractos diclorometánicos, en tubos de ensayo. Luego a los tubos de ensayo se les adiciono diclorometano hasta completar 1000 µL, después se agregaron 25 µL de una solución Ac₂O a 50% y 975 µL de H₂SO₄ a 2.5%. Los tubos de ensayo se dejaron reposar 45 min y después se les adiciono un mililitro de agua destilada. Las mezclas de los tubos se agitaron y se les hicieron lecturas a 610 nm en espectrofotómetro de luz ultravioleta-visible (GENESYS™ 5). Con las lecturas de la curva estándar (eje Y absorbancia y eje X concentración de molécula estándar) se realizaron los cálculos del contenido de terpenos totales a partir de las lecturas de los extractos diclorometánicos y el promedio de los resultados se expresó en miligramo de equivalentes de ácido masticadienónico sobre gramo de extracto diclorometánico (mg de EAM g⁻¹ de ED).

Cuantificación de saponinas totales en el extracto obtenido de la extracción con diclorometano

De los cinco extractos diclorometánicos se prepararon soluciones de 10 mg mL⁻¹ en agua destilada y se siguió el método utilizado por el Laboratorio de Fitoquímica del CP, para cuantificar saponinas.

Por triplicado se realizó una curva estándar de saponina de soya (un mg mL⁻¹ en agua destilada) con concentraciones de 0, 20, 25, 50 y 100 µL y se tomaron también por triplicado 10 µL de las soluciones de los extractos diclorometánicos, en tubos de ensayo. Luego a los tubos de ensayo se les adiciono agua destilada hasta completar 1000 µL, después se agregaron 1000 µL de H₂SO₄ a 70% y 100 µL de Vainillina (Sigma-Aldrich®) a 8%. Luego los tubos de ensayo se agruparon en un vaso de precipitados y se metieron en un recipiente de metal con agua caliente (60 a 70 °C) durante 20 min. Después, se sacó el vaso de precipitados del agua caliente y se pasó a otro recipiente de metal con agua fría (-2 a -4 °C) durante 20 min. Finalmente, a los tubos de ensayo se le agregaron 900 µL de agua destilada. Las mezclas de los tubos se agitaron y se les hicieron lecturas a 544 nm en espectrofotómetro de luz ultravioleta-visible. Con las lecturas de la curva estándar se realizaron los cálculos del contenido de saponinas totales a partir de las lecturas de los extractos

diclorometánicos y el promedio de los resultados se expresó en mg de equivalentes de saponina de soya sobre gramo de extracto diclorometánico (mg de ESY g⁻¹ de ED).

Cuantificación de fenoles totales en el extracto obtenido de la extracción con metanol

De los cinco extractos metanólicos se prepararon soluciones de 10 mg mL⁻¹ en etanol a 80% y se siguió el método descrito por Yadav y Agarwala (2011), para cuantificar fenoles.

Por triplicado se realizó una curva estándar de ácido gálico (0.1 mg mL⁻¹ en etanol a 80%) con concentraciones de 0, 25, 75, 150 y 300 µL y se tomaron también por triplicado 10 µL de las soluciones de los extractos metanólicos, en tubos de ensayo. Luego a los tubos de ensayo se les adiciono agua destilada hasta completar 1000 µL, después se agregaron 25 µL de una solución de Folin-Ciocalteu a 50% y 975 µL de Na₂CO₃ a 2.5%. Los tubos de ensayo se dejaron reposar 45 min en oscuridad y después se les adiciono un mililitro de agua destilada. Las mezclas de los tubos se agitaron y se les hicieron lecturas a 765 nm en espectrofotómetro de luz ultravioleta-visible. Con las lecturas de la curva estándar se realizaron los cálculos del contenido de fenoles totales a partir de las lecturas de los extractos metanólicos y el promedio de los resultados se expresó en miligramo de equivalentes de ácido gálico sobre gramo de extracto metanólico (mg de EAG g⁻¹ de EM).

Cuantificación de flavonoides totales en el extracto obtenido de la extracción con metanol

De los cinco extractos metanólicos se prepararon soluciones de 10 mg mL⁻¹ en metanol a 80% y se siguió el método descrito por Yadav y Agarwala (2011), para cuantificar flavonoides.

Por triplicado se realizó una curva estándar de quercetina (0.1 mg mL⁻¹ en metanol a 80%) con concentraciones de 0, 20, 25, 50 y 100 µL y se tomaron también por triplicado 10 µL de las soluciones de los extractos metanólicos, en tubos de ensayo. Luego a los tubos de ensayo se adiciono metanol a 80% hasta completar 800 µL, después se agregaron 100 µL de acetato de potasio (CH₃CO₂K) uno molar y 100 µL de cloruro de aluminio (AlCl₃) a 10%. Los tubos de ensayo se dejaron reposar 30 min en oscuridad y después se les adicionaron dos mililitros de agua destilada. Las mezclas de los tubos se agitaron y se les hicieron lecturas a 420 nm en espectrofotómetro de luz ultravioleta-visible. Con las lecturas de la curva estándar se realizaron los cálculos del contenido de fenoles totales a partir de las lecturas de los extractos metanólicos y el promedio de los resultados se expresó en mg de equivalentes de quercetina sobre gramo de extracto de metanólico (mg de EQ g⁻¹ de EM).

Análisis antioxidante por el método de 2, 2-difenil-1 picrilhidrazil (DPPH) de los extractos obtenidos de la extracción diclorometano y metanol

De los cinco extractos diclorometánicos y metanólicos se prepararon soluciones de 10 mg mL⁻¹ en etanol a 80% y se siguió la metodología de Kuskoski *et al.*, (2005) y del Laboratorio de Fitoquímica del CP, para evaluar la actividad antioxidante.

Por triplicado se realizó curvas patrón de Trolox (Sigma-Aldrich®, un miligramo sobre mililitro de metanol a 80%,) con concentraciones de 0, 25, 50, 100, 200 y 300 µL y se tomaron también por triplicado 10 µL de las soluciones de los extractos diclorometánicos y metanólicos, en tubos de ensayo. Luego a los tubos de ensayo se les adiciono etanol a 80% hasta completar 400 µL, después se agregaron 500 µL de metanol a 80% y un mililitro de DPPH (Sigma-Aldrich®, 7.5 mg en 50 mL de etanol a 80%). Las mezclas de los tubos de agitaron, se dejaron reposar 30 min en oscuridad y después se les hicieron lecturas a 517 nm en espectrofotómetro de luz ultravioleta-visible. Con las lecturas de la curva estándar se realizaron los cálculos de la actividad antioxidante a partir de las lecturas de los extractos diclorometánicos y metanólicos, y el promedio de los resultados se expresó en microgramos de equivalentes de Trolox sobre gramo de extracto diclorometánico y metanólico (µg de ET g⁻¹ de ED y de EM) y en porcentaje de DPPH inhibido (% de DPPH inhibido). También como referencia se usaron 10 µL de una solución de ácido gálico de 0.1 mg mL⁻¹ en etanol a 80%, la cual es una molécula con fuerte actividad antioxidante.

Análisis estadísticos

Estadística descriptiva se realizó de los datos del rendimiento de extractos y de la cuantificación de metabolitos secundarios y actividad antioxidante los extractos diclorometánicos y metanólicos. Además, se hizo comparación de medias de Student-Newman-Keuls (SNK, $n=5$, $p \geq 0.05$) del contenido de metabolitos secundarios y de la actividad antioxidante de los extractos diclorometánicos y metanólicos. Todos los análisis se realizaron en el programa estadístico Sigma Plot versión 14.0 (Jandel Scientific, Erkrath, Germany).

RESULTADOS

Rendimiento de los extractos de la resina

De los cinco extractos hexánicos se obtuvo un rendimiento (promedio \pm error estándar) de 1.58 ± 0.85 mg g⁻¹ de resina, de los cinco extractos diclorometánicos se logró conseguir una productividad de 990.0 ± 16.5 mg g⁻¹ de resina y de los cinco extractos metanólicos se consiguió un rendimiento de 42 ± 2.5 mg g⁻¹ de resina. De manera que, la productividad máxima de los extractos se logró obtener a partir de la extracción con diclorometano.

Metabolitos secundarios identificados en los extractos de la resina

En los extractos hexánicos solo se identificaron terpenos (Tabla 1), mientras que en los extractos diclorometánicos se encontraron saponinas y terpenos (Tabla 1) y en los extractos metanólicos se descubrieron terpenos, saponinas, fenoles y flavonoides (Tabla 1). A la vez, en los extractos no se identificó la presencia de alcaloides y taninos (Tabla 1).

Tabla 1. Metabolitos secundarios identificados en los extractos de la resina.

Table 1. Secondary metabolites identified in the resin extracts.

Fitoquímica	Reacción	Control positivo	Extracto	Resultado
Fenoles	Folin-Ciocalteu	Ácido gálico	Hexano	-
			Diclorometano	-
			Metanol	+
Flavonoides	Prueba de Shinoda	Quercetina	Hexano	-
			Diclorometano	-
			Metanol	+
Alcaloides	Dragendorff	<i>Lupinus</i> sp.	Hexano	-
			Diclorometano	-
			Metanol	-
Saponinas	Prueba de Fehing	Saponina de soya	Hexano	-
			Diclorometano	+
			Metanol	+
Taninos	FeCl ₃	Ácido tánico	Hexano	-
			Diclorometano	-
			Metanol	-
Terpenos	Prueba de Liebermann-Burchard	Ácido masticadenónico	Hexano	+
			Diclorometano	+
			Metanol	+

Reacción positiva (+) y negativa (-) de las soluciones de los extractos obtenidos de la extracción con cada disolvente.

Positive (+) and negative (-) reaction of the solutions of the extracts obtained from the extraction with each solvent.

Contenido de saponinas y terpenos totales del extracto obtenido de la extracción con diclorometano

De los extractos diclorometánicos se obtuvo un contenido (promedio \pm error estándar) de terpenos totales de 638.2 ± 23.6 mg de EAM g^{-1} de ED y el de saponinas fue de 142.5 ± 7.7 mg de ESY g^{-1} de ED. El contenido de terpenos totales fue mucho mayor que el de saponinas totales en los extractos diclorometánicos (Figura 1), mostrando diferencias estadísticas significativas (SNK, $n=5$, $p < 0.001^*$).

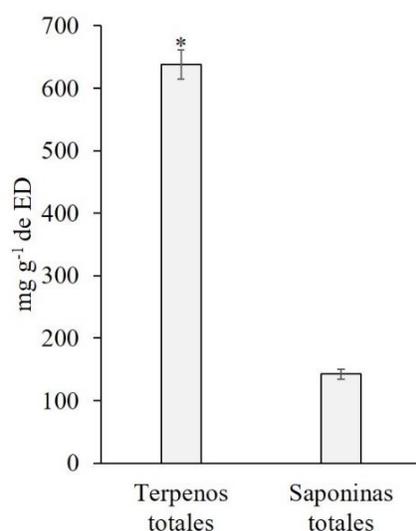


Figura 1. Contenido promedio \pm error estándar terpenos y saponinas totales en los extractos diclorometánicos (ED).

Figure 1. Average content \pm standard error of terpenes and total saponins in dichloromethane extracts (DE).

Contenido de fenoles y flavonoides totales del extracto obtenido de la extracción con metanol

En los extractos metanólicos se obtuvo un contenido (promedio \pm error estándar) de fenoles totales de 19.9 ± 2.0 mg de EAG g^{-1} de EM y el de flavonoides totales fue de 6.4 ± 0.7 mg de EQ g^{-1} de EM. El contenido de fenoles totales fue más alto que el de flavonoides totales en los extractos metanólicos (Figura 1), teniendo diferencias estadísticas significativas (SNK, $n=5$, $p < 0.001^*$).

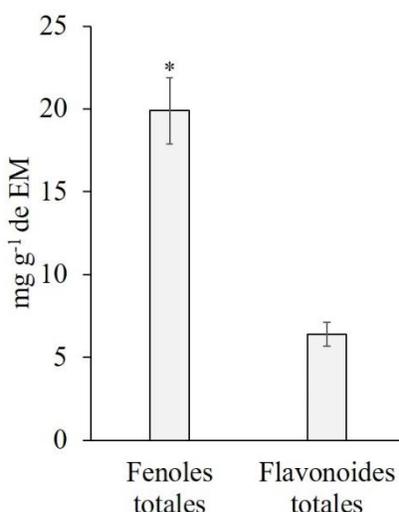


Figura 2. Contenido promedio \pm error estándar de fenoles y flavonoides en el extracto metanólico (EM).

Figure 2. Average content \pm standard error of phenols and flavonoids in the methanolic extract (ME).

Actividad antioxidante de los extractos obtenidos de la extracción con diclorometano y metanol de la resina

Los extractos diclorometánicos y metanólicos no mostraron efectos antioxidantes. Con altas concentraciones de microgramos equivalentes de Trolox sobre gramo de resina generaron muy poca inhibición de DPPH, con respecto a la actividad antioxidante del ácido gálico (Tabla 2).

Tabla 2. Actividad antioxidante de los extractos diclorometánicos (ED) y metanólicos.

Table 2. Antioxidant activity of dichloromethane (DE) and metabolic (ME) extracts.

Extractos	$\mu\text{g de ET g}^{-1}$ de extracto	% de DPPH inhibido
ED	$11400 \pm 1207^*$	$23.95 \pm 1.07^*$
EM	$6100 \pm 1163^*$	$26.15 \pm 1.95^*$
Ácido gálico	34 ± 2.6	55.0 ± 2.5

Promedio \pm error estándar de microgramos de equivalentes de Trolox sobre gramo de extracto ($\mu\text{g de ET g}^{-1}$ de extracto) y porcentaje de DPPH inhibido (% de DPPH inhibido). Diferencias estadísticas significativas de los extractos diclorometánicos y metanólicos con respecto al ácido gálico (SNK, $n=5$, $p < 0.001^*$).

Mean \pm standard error of micrograms of Trolox equivalents per gram of extract ($\mu\text{g of ET g}^{-1}$ of extract) and percentage of inhibited DPPH (% DPPH inhibited). Statistically significant differences were observed between the dichloromethane and methanol extracts with respect to gallic acid (SNK, $n=5$, $p < 0.001^*$).

DISCUSIÓN

Rendimiento de los extractos de la resina

Las resinas del género *Bursera* tiene una constitución aproximada de 87 a 95% de terpenos (Ferreira *et al.*, 2019), lo que las vuelve altamente solubles en disolventes como etanol (Antúnez-Mojica *et al.*, 2021) y diclorometano (Sánchez-Monroy *et al.* 2021). Esto confirma por que el

mayor rendimiento se obtuvo de los extractos diclorometánicos, y la productividad de los extractos hexánicos y metanólicos fue menor. Además, debido al escaso rendimiento de los extractos hexánicos, solo se utilizaron para identificar metabolitos secundarios.

Metabolitos secundarios identificados en los extractos de la resina

En las resinas de *Bursera* está constituida por mono y sequiterpenos (Blancas *et al.*, 2022; Ferreira *et al.*, 2019), triterpenos (Blancas *et al.*, 2022; Sánchez-Monroy *et al.* 2021), flavonoides (Blancas *et al.*, 2022) y líganos (Antúnez-Mojica *et al.*, 2021; Marcotullio *et al.*, 2018). Lo que corrobora porque encontramos terpenos en los extractos hexánicos, diclorometánicos y metanólicos. Además, encontramos fenoles y flavonoides, pero solo en los extractos metanólicos, lo que es interesante porque los extractos hidroalcohólicos y metanólicos de hojas y tallos de especies del género *Bursera* son ricos en flavonoides (Sánchez-Monroy *et al.*, 2020; Guevara-Fefer *et al.*, 2017).

El contenido de fenoles en los extractos metanólicos es probable que se relacione con la presencia de lignanos, los cuales son polifenoles solubles en solventes orgánicos (Antúnez-Mojica *et al.*, 2021; Marcotullio *et al.*, 2018).

En las resinas de especies de género *Bursera* no se ha reportado la presencia de saponinas, sin embargo, en el extracto etanólico del tallo de *B. fagaroides* se registró la aparición de este tipo de metabolitos secundarios en 1998 y en el extracto obtenido de la combinación de diclorometano-metanol y metanol-agua de especies del género *Bursera* se identificaron glucósidos asociados a flavonoides, esteroides y triterpenos (Columba-Palomares *et al.*, 2018; Guevara-Fefer *et al.*, 2017). Lo que puede explicar la presencia de saponinas en los extractos diclorometánicos y metanólicos. En los extractos no se identificaron alcaloides y taninos, pero esto es de esperarse, debido a que no existen reportes de la presencia de este tipo de metabolitos secundarios en las resinas de especies del género *Bursera* (Blancas *et al.*, 2022).

Contenido de saponinas y terpenos totales del extracto obtenido de la extracción con diclorometano

En los extractos diclorometánicos, por tener el mayor rendimiento, se evaluó el contenido de terpenos y saponinas. Como se mencionó antes los terpenos constituyen entre un 87 a 95% de los componentes de la resina (Ferreira *et al.*, 2019). El rendimiento de terpenos del extracto fue de 63 a 66%, menor al reportado en la literatura. No obstante, los terpenos siguen siendo el componente mayoritario de los extractos diclorometánicos.

En el caso de las saponinas no hay investigaciones que respalden su contenido en especies del género *Bursera* (Blancas *et al.*, 2022), sin embargo, en esta investigación constituyeron del 14 a 15% de los extractos diclorometánicos.

Contenido de fenoles y flavonoides totales del extracto obtenido de la extracción con metanol

En los extractos metanólicos se identificaron fenoles y flavonoides, por lo que, en ellos se realizó la cuantificación de estos metabolitos secundarios. Además, como en los extractos diclorometánicos se cuantificaron saponinas, no se analizó el contenido de este metabolito secundario en los extractos metanólicos.

En el extracto etanólico de hojas de *B. microphylla* se registró un contenido de fenoles del 24 a 25% (Vidal-Gutiérrez *et al.*, 2020b), que si lo comparamos con la cantidad de fenoles presente en los extractos metanólicos de 1.9 a 2.1%, la presencia de estos metabolitos secundarios es poca. Lo mismo sucede en el caso de los flavonoides donde se encontró que los extractos etanólicos de tallos de especies del género *Bursera* tienen un contenido de flavonoides de 5 a 10% y el de hojas fue de 6 a 40%, si se compara con la cantidad de flavonoides de los extractos metanólicos de 0.6 a 0.7% (Sánchez-Monroy *et al.*, 2020), también la presencia de estos metabolitos secundarios es baja. A la vez, *B. fagaroides* es la especie del género *Bursera* que contiene la menor cantidad de flavonoides en tallos y hojas (Sánchez-Monroy *et al.*, 2020). Por lo que, es un dato relevante encontrar este tipo de metabolitos secundarios en el extracto metanólico de la resina.

Actividad antioxidante de los extractos obtenidos de la extracción con diclorometano y metanol de la resina

En la literatura se registró que los extractos metanólicos de la resina de *B. hindsiana* y *B. microphylla*, no presentaron actividad antioxidante por el método de DPPH (Vidal-Gutiérrez *et al.*, 2020a). Por lo que, los extractos de la resina de *B. fagaroides* al tampoco tener propiedades antioxidantes se suman a los resultados antes mencionados. Sin embargo, hay que destacar que los extractos metanólicos de la resina de *B. laxiflora* tienen potencial antioxidante, inhiben el 50% de DPPH con 100 μg de ET g^{-1} de EM (Vidal-Gutiérrez *et al.*, 2020a). A la vez, extractos hidroalcohólicos y etanólicos de hojas (Vidal-Gutiérrez *et al.*, 2020b; Sánchez-Monroy *et al.*, 2020; Guevara-Fefer *et al.*, 2017), hidroalcohólicos de tallos (Sánchez-Monroy *et al.*, 2020), etanólicos de frutos (Vidal-Gutiérrez *et al.*, 2020b) y lignanos (Marcotullio *et al.*, 2018) de especies del género *Bursera* presentan excelentes propiedades antioxidantes. Al igual que los extractos hidroalcohólicos de tallos y hojas de *B. fagaroides* que inhiben el 50% de DPPH con 15.41 y 5.72 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (Sánchez-Monroy *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

Los extractos de la resina de *Bursera fagaroides* son una fuente rica de terpenos, que pueden contener saponinas, fenoles y flavonoides en baja concentración, y no presentan propiedades antioxidantes por el método de 2,2-difenil-1 picirilhidrazil. De igual manera, se realizó el primer reporte de la presencia y cuantificación de ácidos fenólicos y saponinas en el extracto de diclorometano y metanol de la resina.

Esta investigación aporta un estudio general del análisis de los extractos de resina de *Bursera fagaroides*, para futuros experimentos se recomienda un análisis fitoquímico con técnicas de cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masas, resonancia magnética nuclear de protón o análisis metabólicos masivos para identificar o corroborar el tipo de terpenos, saponinas, fenoles y flavonoides presentes en los extractos de la resina.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ramón Marcos Soto Hernández y M. C. Rubén San Miguel Chávez del Laboratorio de Fitoquímica del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, por apoyar con las técnicas fitoquímicas de evaluación, a la Dra. Agustina Rosa Andrés Hernández, por la identificación de la especie vegetal estudiada, y al Dr. David Martínez Moreno de la Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por su aportación en la recolecta de resina. Esta investigación fue apoyada por el Programa de Investigadoras e Investigadores Cátedra-COMECYT-2024 (RCAT2024-0003).

LITERATURA CITADA

- Antúñez-Mojica, M., Romero-Estrada, A., Hurtado-Díaz, I., Miranda-Molina, A., & Álvarez, L. (2021). Lignans from *Bursera fagaroides*: Chemistry, pharmacological effects and molecular mechanism. A current review. *Life*, 11(7), 685. <https://doi.org/10.3390/life11070685>
- Barrales-Alcalá, B., & Bonfil, C. (2024). Análisis del conocimiento actual de la ecología, evolución y manejo del género *Bursera* (Burseraceae) en México. *Acta Botánica Mexicana*, (131), e2284. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1924>
- Blancas, J., Abad-Fitz, I., Beltrán-Rodríguez, L., Cristians, S., Rangel-Landa, S., Casas, A., Torres-García, I., & Sierra-Huelsz J. A. (2022). Chemistry, biological activities, and uses of copal resin (*Bursera* spp.) in Mexico. In: Murthy, H. N. (eds) Gums, Resins and

Recibido:
12/febrero/2025

Aceptado:
12/junio/2025

- latexes of plant origin. *Reference Series in Phytochemistry*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76523-1_21-1
- Blancas-Vázquez, J. J., Abad-Fitz, I., Beltrán-Rodríguez, L., Casas, A., Maldonado-Almanza, B., Sierra-Huelsz, J. A., García-Lara, F., Cortés-Zárraga, L., Mena, F., & Ayala-Enríquez, M. I. (2022). *Bursera bipinnata* (Moc. y Sessé ex DC.) Engl. *Bursera copallifera* (Sessé & Moc. Ex DC.) Bullock *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl. *Bursera glabrifolia* (Kunth) Engl. *Bursera linanoe* (La Llave) Rzed., Calderón, and Medina *Bursera morelensis* Ramírez (L.) Sarg. BURSERACEAE. In: Casas, A., Blancas Vázquez, J. J. (eds) Ethnobotany of the mountain regions of Mexico. Ethnobotany of mountain regions. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77089-5_31-1
- Columba-Palomares, M. C., Villarreal, M. L., Marquina, S., Romero-Estrada, A., Rodríguez-López, V., Zamilpa Alvarez, A., & Alvarez, L. (2018). Antiproliferative and anti-inflammatory acyl glucosyl flavones from the leaves of *Bursera copallifera*. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 62(4), 214-224. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v62i4.624>
- Ferreira, W. C., Carrillo, M. R., Rojas, L., & Porcar, C. R. (2019). Chemical composition of essential oils from *B. simaruba* (L.) Sarg. fruits and the resins from three *Bursera* species: *B. simaruba* (L.) Sarg, *B. glabra* Jack and *B. inversa* Daly. *Avances en Química*, 14(1), 25-29.
- Guevara-Fefer, P., Muñoz-Ocotero, V., Llanos-Romero, R. E., Zúñiga-Ruiz, B., Cárdenas-Vázquez, R. J., Contreras-Jiménez, J. L. & Ocampo-Bautista, F. (2017). Flavonoides de trece especies del género *Bursera* con potencial antioxidante. *Polibotánica*, (44), 185-193. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.44.14>
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25, 726-732. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>
- Marcotullio, M. C., Curini, M., & Becerra, J. X. (2018). An ethnopharmacological, phytochemical and pharmacological review on lignans from Mexican *Bursera* spp. *Molecules*, 23(8), 1976. <https://doi.org/10.3390/molecules23081976>
- Pérez-Mejía, N., Villarreal, M. L., Sánchez-Carranza, J. N., González-Maya, L., González Cortazar, M., Ortiz-Caltempa, A. & Alvarez, L. (2024). Phytochemical profiles and cytotoxic activity of *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl. leaves and its callus culture. *Plants (Basel, Switzerland)*, 13, 1622. <https://doi.org/10.3390/plants13121622>
- Rico, Y., Lorenzana, G. P., Benítez-Pineda, C. A., & Olukolu, B. A. (2022). Development of genomic resources in Mexican *Bursera* (Section: Bullockia: Burseraceae): genome assembly, annotation, and marker discovery for three copal species. *Genes*, 13(10), 1741. <https://doi.org/10.3390/genes13101741>
- Sánchez-Monroy, M. B., García-Bores, D. M., Contreras-Jiménez, J. L., Torres, D. E., San Miguel-Chávez, R., & Guevara-Fefer, P. (2020). Biological activity and flavonoid profile of five species of the *Bursera* genus. *Botanical Sciences*, 98(4), 545-553. <https://doi.org/10.17129/botsci.2624>
- Sánchez-Monroy, M. B., León-Rivera, I., Llanos-Romero, R. E., García-Bores, A. M., & Guevara-Fefer, P. (2021). Cytotoxic activity and triterpenes content of nine Mexican species of *Bursera*. *Natural product research*, 35(22), 4881-4885. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1739680>
- Vidal Gutiérrez, M., Torres Moreno, H., Arturo Velázquez Contreras, C., Alondra, L., Valenzuela, R., Enrique, R., & Zepeda, R. (2020a). Actividad antioxidante y antiproliferativa de seis plantas medicinales del noroeste de México. *Biotecnia*, 22(3), 40-45. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i3.1169>
- Vidal-Gutiérrez, M., Robles-Zepeda, R. E., Vilegas, W., Gonzalez-Aguilar, G. A., Torres-Moreno, H., & López-Romero, J. C. (2020b). Phenolic composition and antioxidant activity of *Bursera microphylla* A. Gray. *Industrial Crops and Products*, 152, 112412. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112412>
- Yadav, R., & Agarwala, M. (2011). Phytochemical analysis of some medicinal plants. *Journal of Phytology* 3(12), 10-14.