



PÁG.

CONTENIDO

- 1 Diversidad florística asociada a *Clinopodium macrostemon* y *Litsea glaucescens* en un bosque de encino-pino en Oaxaca, México
Floristic diversity associated to *Clinopodium macrostemon* 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.

**Polibotánica**

ISSN electrónico: 2395-9525

polibotanica@gmail.com

Instituto Politécnico Nacional

México

<http://www.polibotanica.mx>

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, Leonor David; Fernández Nava, RafaelANÁLISIS PALINOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO DE MIELES DE *Apis mellifera* L. EN LA LOCALIDAD LOS CERRITOS, HIDALGO, MÉXICOPALYNOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF HONEY OF *Apis mellifera* L. FROM LOS CERRITOS, HIDALGO, MEXICO**Instituto Politécnico Nacional**

Núm. 62: 169-185 México. Julio 2026

DOI: 10.18387/polibotanica.62.12



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

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,
Leonor David; Fernández
Nava, Rafael

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

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 62: 169-185, Julio 2026

DOI:
10.18387/polibotanica.62.12

Navarrete-López, Sandra Joceline

Quiroz-García, David Leonor* / <https://orcid.org/0009-0007-3381-7462>

Autora de correspondencia: dlquirozgar@gmail.com

Fernández Nava, Rafael* / <https://orcid.org/0000-0001-5636-7109>

Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas,

Instituto Politécnico Nacional, Plan de Ayala y Prolongación Carpio,

Col. Santo Tomás, Ciudad de México, 11340.

*Becarios de COFAA del IPN

RESUMEN: Los trabajos melisopalinológicos sobre *Apis mellifera* han permitido caracterizar y conocer el origen botánico de la miel y cargas de polen, de resinas y propóleos con el fin de apoyar a la apicultura nacional. El presente trabajo tiene como objetivo analizar por medios palinológicos, fisicoquímicos y organolépticos mieles de *Apis mellifera* L. dos de la temporada de primavera de 2023 y una del mismo periodo, pero de 2024 en la localidad Los Cerritos en el estado de Hidalgo, México. También se analizó una muestra de polen acarreado de 2023. Se determinaron 46 tipos polínicos, pertenecientes a 27 familias botánica, las más importantes fueron: Anacardiaceae (*Mangifera indica*), Asteraceae (*Zaluzania* sp.), Brassicaceae (*Lepidium virginicum*), Burseraceae (*Bursera* sp. y *B. fagaroides*), Fabaceae (*Prosopis laevigata*), Loranthaceae (*Struthanthus* sp.), Moraceae (*Cecropia peltata*) y Myrtaceae (*Psidium guajava*). La muestra de miel clara se clasificó como multifloral, mientras que la miel oscura y la del 2024 se designaron como biflorales. El índice de diversidad (H') de la miel multifloral fue de 1.72, mientras que en las biflorales se encontró de 1.98 en la miel del 2024 y de 2.65 en la miel oscura, en la carga de polen fue de 2.37; el índice de uniformidad (J') varió de 0.65 en la miel del 2024 a 0.79 en la miel oscura, en la carga de polen fue de 0.80. En cuanto al análisis fisicoquímico, las muestras cumplen con las normas oficiales presentando una humedad de 18%, pH de 3.6 a 3.8, conductividad eléctrica de 0.2 a 0.3 y azúcar de 80%. Con respecto al color, las mieles fueron claras, con tendencia a tonalidades verdes y amarillas. El análisis organoléptico permitió identificar un olor floral de intensidad media y un sabor dulce a muy dulce en la miel clara.

Palabras clave: melisopalinología, *Apis mellifera*, mieles monoflorales, mieles multiflorales, composición química.

ABSTRACT: The melisopalynological work on *Apis mellifera* has made it possible to characterize and know the botanical origin of honey and pollen loads, resins and propolis in order to support national beekeeping. The objective of this work is to analyze by palynological, physicochemical and organoleptic means honeys of *Apis mellifera* L. two from the spring season of 2023 and one from the same period, but from 2024 in the town of Los Cerritos in the state of Hidalgo, Mexico. A sample of pollen carried from 2023 was also analyzed. 46 pollen types were determined, belonging to 27 botanical families, the most important were: Anacardiaceae (*Mangifera indica*), Asteraceae (*Zaluzania* sp.), Brassicaceae (*Lepidium virginicum*), Burseraceae (*Bursera* sp. and *B. fagaroides*), Fabaceae (*Prosopis laevigata*), Loranthaceae (*Struthanthus* sp.), Moraceae (*Cecropia peltata*) and Myrtaceae (*Psidium guajava*). The light honey sample was classified as multifloral, while the dark and 2024 honey were designated as bifloral. The diversity index (H') of multifloral honey was 1.72, while in bifloral honey it was found to be 1.98 in 2024 honey and 2.65 in dark honey, in pollen load it was 2.37; the uniformity index (J') varied from 0.65 in 2024 honey to 0.79 in dark honey, in pollen load it was 0.80. As

for the physicochemical analysis, the samples comply with the official standards presenting a humidity of 18%, pH of 3.6 to 3.8, electrical conductivity of 0.2 to 0.3 and sugar of 80%. Regarding the color, the honeys were light, with a tendency to green and yellow tones. The organoleptic analysis allowed us to identify a floral smell of medium intensity and a sweet to very sweet taste in the light honey.

Key words: melisopalinology, *Apis mellifera*, monofloral honeys, multifloral honeys, chemical composition.

INTRODUCCIÓN

La melisopalinología es una rama de la Palinología que analiza los granos de polen contenidos en la miel para determinar las especies utilizadas por las abejas (Baena-Díaz *et al.*, 2022). Los trabajos melisopalinológicos sobre *Apis mellifera* han permitido caracterizar y conocer el origen botánico de la miel y cargas de polen, de resinas y propóleos (Ramírez-Arriaga *et al.*, 2016) lo que permite conocer las plantas de importancia apícola de diferentes regiones del país. La miel mexicana es bien apreciada en los mercados internacionales por lo que para seguir contando con la aceptación del producto se requiere garantizar la autenticidad de la miel y evitar posibles adulteraciones (PROFECO, 2018). La apicultura actualmente está presente en los 32 estados de la República mexicana (Baena-Díaz *et al.*, 2022); sin embargo, su desarrollo y gradual tecnificación es variable en cada estado como resultado de diferentes factores que pueden ser sociales, económicos o políticos (Alfaro *et al.*, 2010). La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2021) menciona que México es el octavo país productor de miel a nivel mundial, por lo que la caracterización de estas es importante en el sector apícola para posicionar a las mieles nacionales como un producto que cubre los estándares de calidad para su exportación como es ser producida por las abejas a partir del néctar de las flores, no contener fragmentos de insectos o cualquier otro material extraño, sin aditamentos, ni saborizantes o conservadores, no ser adulterada con agua o azúcares, no ser tratada por ningún proceso químico o bioquímico entre otros aspectos (Diario Oficial de la Federación., 2020). Entre los trabajos melisopalinológicos para México se encuentra el de Quiroz García y Arreguín Sánchez (2008) que realizaron el análisis palinológico de tres muestras de miel producidas por *Apis mellifera* en tres localidades del estado de Morelos, una de las mieles fue considerada como monofloral y las otras dos multiflorales. Villanueva-Gutiérrez *et al.* (2009) caracterizaron mieles monoflorales de la península de Yucatán siendo el primer estudio de este tipo en México y Centro América. Suárez-Vargas *et al.*, (2013) analizaron cinco muestras de miel de diferentes zonas geográficas del estado de Hidalgo, estos autores caracterizaron a una de las mieles como monofloral, tres multiflorales y una miel mielada. Ramírez-Arriaga *et al.* (2016) reportaron el contenido polínico de seis muestras de miel y cargas de polen de *Apis mellifera* en dos regiones del estado de Guerrero (Centro y Norte), dos mieles se designaron como oligoflorales y cuatro multiflorales. Granados-Argüello, *et al.*, (2020) analizaron muestras de miel producidas por *Apis mellifera* en dos localidades del centro de Veracruz con el fin de ampliar el conocimiento sobre los recursos florales aprovechados por la abeja para la producción de miel. Aunque la melisopalinología es la herramienta más utilizada para identificar el origen botánico de la miel, se tienen pocos de estos estudios y se centran en los estados de Veracruz y Yucatán, este último por ser un productor importante de miel (Alfaro *et al.*, 2010), dejando de lado a otros estados en donde se realizan actividades apícolas entre los que se encuentra Hidalgo. Por otra parte, un criterio adicional para establecer la calidad de la miel es el análisis fisicoquímico que permite determinar si la cantidad de azúcar, humedad y conductividad eléctrica entre otros parámetros, están en los límites marcados por la NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018 (Diario Oficial de la Federación, 2020), no obstante, muchos de los trabajos melisopalinológicos no incluyen dichos análisis.

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo analizar las mieles de *Apis mellifera* L. de diferentes cosechas en la localidad de Los Cerritos en el estado de Hidalgo, México, por medios palinológicos, fisicoquímicos y organolépticos para la determinación de su calidad. De esta manera se contribuye a la caracterización del origen botánico de las mieles de Hidalgo, lo que permitirá reconocer las especies de plantas de importancia apícola como fuente de néctar y polen,

así a futuro fomentar su conservación y reforestación con estas plantas que permita el desarrollar de las actividades apícolas de la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los Cerritos se ubica en el municipio de Santiago de Anaya en el estado de Hidalgo, México, forma parte de la región geográfica del Valle del Mezquital y sus coordenadas geográficas son 20° 21' 10.4'' latitud norte y 99° 00' 47.8'' longitud oeste, con una altitud de 1940 msnm (Fig. 1). Esta localidad se encuentra en la provincia del Eje Neovolcánico, en la subprovincia de sierras y llanuras de Querétaro e Hidalgo, con un clima semiseco templado. La temperatura anual va de 7 a 27 °C y la precipitación media anual varía de 13 a 161 mm (Jardines, 2014). La vegetación de Los Cerritos se encuentra dominada por matorrales (Fig. 2), siendo los más importantes el matorral crasicaule en donde las especies dominantes son: nopales (*Opuntia streptacantha*), garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), maguey (*Agave* sp.), mezquite (*Prosopis laevigata*), huizache (*Acacia schaffneri*), órgano (*Stenocereus dumortieri*) y palma (*Yucca filifera*). También se puede encontrar el matorral calcícola rosetófilo representado por: chilca (*Flourensia resinosa*), maguey espadín (*Agave striata*), guapilla (*Hechtia glomerata*) y uña de gato (*Mimosa biuncifera*), entre otras (Hernández, 2013; Jardines, 2014).



Fig. 1. A. Ubicación del Municipio de Santiago de Anaya en el Estado de Hidalgo.

Fig. 1. A. Location of the Municipality of Santiago de Anaya in the State of Hidalgo.

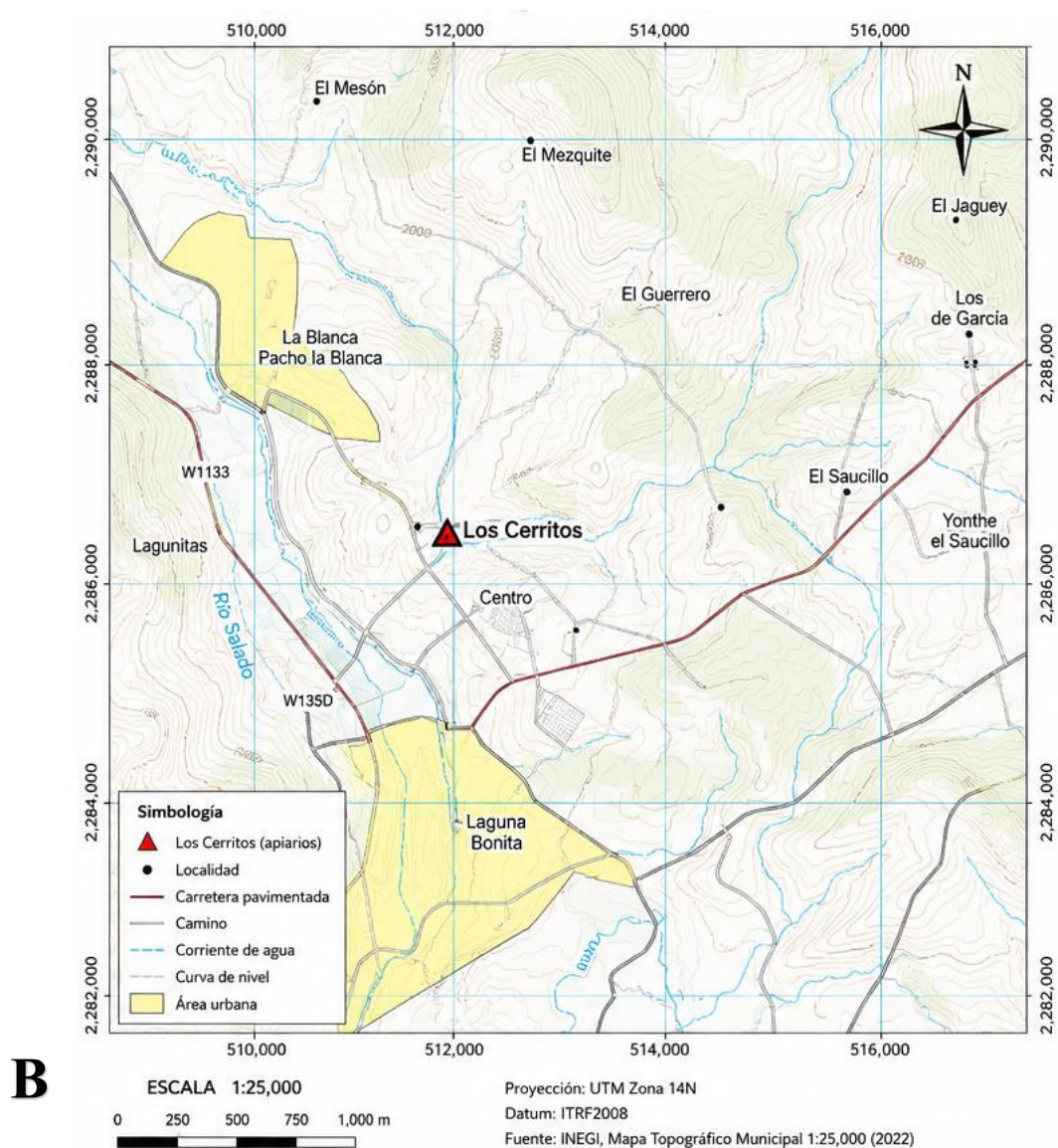


Fig. 1. B. Localidad Los Cerritos en donde están situados los apiarios (Mapa topográfico municipal, INEGI 2022).

Fig. 1. B. Los Cerritos locality where the apiaries are located (Municipal topographic map, INEGI 2022).



Figura 2. Vegetación de Los Cerritos (Fotografía L. Quiroz, 2024).

Figure 2. Vegetation of Los Cerritos (Photograph L. Quiroz, 2024).

Análisis palinológico y fisicoquímico

Las mieles analizadas corresponden a la temporada de primavera, dos de 2023 de un apiario además de polen acarreado y una de 2024 de otro apiario, todos los productos se obtuvieron de apicultores del poblado de Los Cerritos en el municipio de Santiago de Anaya en donde se realizan actividades apícolas de forma convencional a baja escala. Se obtuvieron 250 gramos de cada muestra de miel y de las cargas de polen y se trasladaron al Laboratorio de Palinología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas para su procesamiento. También se recolectaron plantas de la región que estuvieran en floración para su posterior identificación y elaboración de una colección palinológica de referencia.

De cada muestra de miel se tomaron 10 ml y se diluyeron en 20 ml de agua destilada acidulada caliente, para la muestra de carga de polen se tomó un pellet de polen y se homogenizó en 50 ml de agua destilada y se tomó 0.5 ml del material para posteriormente ser tratadas con la técnica de acetólisis de Erdtman, (1960). Se elaboraron dos laminillas por muestra con gelatina glicerizada, una sin colorante y otra con fucsina básica. Para el análisis de las muestras se utilizó un microscopio Leica DM500 bajo los objetivos de 40 x y 100 x. La identificación de los granos de polen se realizó por comparación con la colección palinológica elaborada con las plantas colectadas en la zona de Los Cerritos y áreas circundantes, así como el uso de claves especializadas y trabajos de morfología polínica (González, 1967; Kapp, 1969; Huang, 1972; Palacios-Chávez *et al.*, 1991; Roubik y Moreno, 1991; Jardines, 2014). Para calcular el porcentaje de los tipos polínicos se realizó un conteo de entre 300 a 500 granos de polen de acuerdo con la cantidad de polen recuperado de la muestra de miel. Posteriormente se calcularon las frecuencias por clases propuestas por Louveaux *et al.* (1978), en la que el polen predominante (P) presenta más del 45% de los granos de polen, el secundario (S) del 16-45%, polen de importancia menor (I) del 3-15% y el polen menor (M) representa menos del 3%. Empleando la clasificación de mieles de Ramírez-Arriaga, *et al.*, (2011), se designó a las mieles como monoflorales cuando una especie era predominante, las muestras de miel multifloral se clasificaron en oligofloral cuando

dos o más taxones secundarios pertenecían a una familia botánica, bifloral cuando dos tipos de polen tenían porcentajes secundarios de diferentes familias botánicas y estrictamente multifloral cuando se registraron tres o más tipos polínicos con porcentajes secundarios.

Para cada muestra se determinó el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') y el índice de Pielou (J') para determinar la uniformidad del pecoreo de las abejas con el paquete estadístico PAST.

Se determinaron los análisis fisicoquímicos para cada muestra de miel de acuerdo con los siguientes métodos: para la humedad y el contenido total de azúcares se empleó un refractómetro de operación manual ATC, se colocaron dos gotas de miel hasta cubrir la celda. Para la conductividad eléctrica se utilizó un conductímetro de mesa AP-2 (HM Digital), en una disolución de miel al 20% preparada con agua inyectable PISA y los valores obtenidos se registraron en $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$. El pH y la temperatura se midieron simultáneamente mediante un potenciómetro PH700 (APER), en una solución de miel al 10%, empleando un electrodo calibrado con solución buffer de pH 4 y 7.

El análisis de color se determinó con un espectrofotómetro Lambda 19 (PERKIN ELMER), y a partir de la teoría CIEL*a*b de colores opuestos en donde L^* va de 0 a 100 en donde 0 es negro y 100 blanco, así $L > 50$ corresponde a mieles claras mientras que $L < 50$ a mieles oscuras; el valor de a^* designa el valor rojo/verde, $a^* > 0$ tiende a rojo mientras que $a^* < 0$ a verde; finalmente b^* indica el valor amarillo/azul por lo que $b^* > 0$ tiende a tonalidades amarillas mientras que $b^* < 0$ a tonalidades azules. Con estos datos se pudo describir el color de la miel. (Delmoro *et al.*, 2010). Además, se determinó el color de las mieles a simple vista; se colocó una muestra de cada miel en recipientes blancos sobre un fondo blanco, mediante el uso de claves de color del Código Pantone se comparó y describió el tono de las muestras en contraste con las claves.

Para el análisis organoléptico se clasificaron las mieles de acuerdo con sus características de aroma y sabor, para probar las mieles se utilizaron cucharas de plástico distintas para cada miel y se elaboró un cuadro con los resultados obtenidos tomando en cuenta parámetros establecidos en la bibliografía (Vit, *et al.*, 2006; Fonte *et al.*, 2013).

RESULTADOS

Se identificaron 46 tipos polínicos en las muestras de miel analizadas. De estos, 22 se determinaron a nivel de especie, 12 a nivel de género, 2 a nivel de familia y a 9 se les asignó un tipo morfológico. Los tipos polínicos determinados se muestran en el Cuadro 1, así como su frecuencia de aparición y la categoría de acuerdo con Louveaux *et al.*, (1978).

Cuadro 1. Porcentaje de aparición de los tipos polínicos presentes en las muestras de miel clara primavera (2023), miel oscura primavera (2023) y miel primavera (2024), categorizados de acuerdo con Louveaux, Maurizio & Vorwohl (1978) en donde P: predominante (> 45%), S: secundario (16-45%), I: importancia menor (3-15%) y M: menor (< 3%).
Table 1. Percentage of occurrence of the pollen types present in the samples of light spring honey (2023), dark spring honey (2023) and spring honey (2024), categorized according to Louveaux, Maurizio & Vorwohl (1978) where P: predominant (> 45%), S: secondary (16-45%), I: minor importance (3-15%) and M: minor (< 3%).

Familia	Tipo polínico	Miel clara primavera (2023)	Miel oscura primavera (2023)	Miel primavera (2024)	Carga de polen (2023)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp.		M, 0.6		
	<i>Froelichia</i> sp. Bunge.				I, 4.9
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.		M, 0.4	S, 18.5	S, 21.2
	<i>Schinus molle</i> L.	M, 0.4	M, 1.4	M, 0.2	
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.			I, 10.7	
	Apocynaceae Tipo 1			I, 4.3	
Asteraceae	Asteraceae Tipo 1		M, 1.4		
	Asteraceae Tipo 2		M, 1.0		

Familia	Tipo polínico	Miel clara primavera (2023)	Miel oscura primavera (2023)	Miel primavera (2024)	Carga de polen (2023)
	Asteraceae Tipo 3	M, 1.0	I, 6.5		M, 1.2
	Asteraceae Tipo 4		M, 1.2		M, 0.8
	Asteraceae Tipo 5	M, 2.0	M, 0.6		
	Asteraceae Tipo 6	M, 0.2			
	Asteraceae Tipo 7	M, 0.4			
	Asteraceae Tipo 8		M, 0.8		
	Asteraceae Tipo 9		M, 0.4		M, 0.2
	Asteraceae Tipo 10				M, 2.0
	<i>Conyza chilensis</i> Less.				I, 3.9
	<i>Calanticaria brevifolia</i> (Greenm.) E.E.Schill. & Panero		M, 2.2	M, 0.2	
	<i>Zaluzania</i> sp.	S, 30.1	M, 2.8		M, 0.2
	<i>Flourensia resinosa</i> (Brandegge) S.F.Blake		M, 1.0		
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> sp.		I, 10.6		
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.	S, 16.8	I, 7.5	I, 4.7	I, 13.4
Bromeliaceae	<i>Hechtia argentea</i> Baker.			M, 1.9	
Burseraceae	<i>Bursera</i> sp.	S, 29.3	I, 1.2		
	<i>Bursera fagaroides</i> Engl.	I, 6.3	S, 21.6	M, 0.4	
Cactaceae	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console			M, 2.3	
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex D.F.K. Schltldl				I, 7.3
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium acuminatum</i> Willd	M, 1.4			
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.		M, 1.4		
	<i>Dalea prostrata</i> Ortega		M, 0.4		
	<i>Dalea bicolor</i> Willd		M, 0.2	M, 1.6	
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) C. Johnst.			S, 40.9	
	<i>Crotalaria</i> sp.			M, 0.2	I, 3.1
	<i>Poliadas</i>			M, 1.4	
	<i>Diphysa</i> sp.			M, 0.6	I, 14.5
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.			M, 0.2	
Lamiaceae	<i>Salvia helianthemifolia</i> Benth.		M, 1.6		
Loranthaceae	<i>Struthanthus</i> sp.			M, 0.6	I, 13.8
Malvaceae	<i>Sphaeralcea</i> sp.				I, 3.5
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.		M, 1.6		
Moraceae	<i>Cecropia peltata</i> L.		S, 18.1		
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	I, 11.3	M, 0.8		M, 0.6

Familia	Tipo polínico	Miel clara primavera (2023)	Miel oscura primavera (2023)	Miel primavera (2024)	Carga de polen (2023)
Onagraceae	<i>Lopezia</i> sp.	M, 0.2	M, 2.9		M, 2.6
Platanaceae	<i>Platanus</i> sp.			M, 0.8	
Portulacaceae	<i>Portulaca oleraceae</i> L.				M, 0.4
Rubiaceae	<i>Bouvardia</i> aff. <i>ternifolia</i>	M, 0.6	I, 6.3		M, 0.2
	<i>Galium</i> sp.			M, 0.2	I, 6.3
Sapindaceae	Sapindaceae Tipo 1		I, 3.1	M, 2.3	
Saxifragaceae	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.			I, 7.4	
Solanaceae	<i>Solanum ferox</i> L.		M, 1.4		
Ulmaceae	<i>Celtis</i> sp.		M, 1.4		
Verbenaceae	<i>Verbena bipinnatifida</i> Schauer			M, 0.8	
Tipos polínicos $\geq 10\%$		4	3	3	
Tipos polínicos $\leq 10\%$		9	26	18	

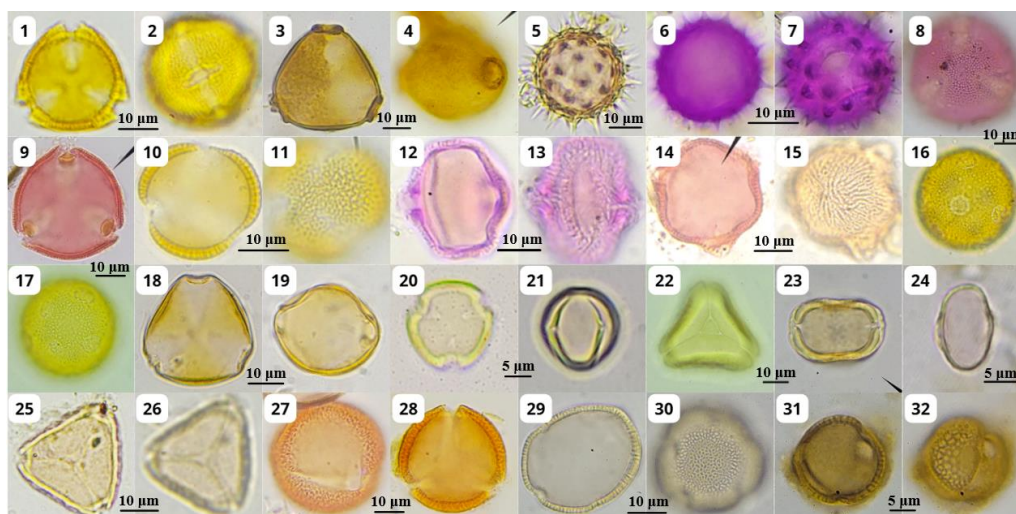


Figura 2. Tipos polínicos mejor representados en las muestras de miel y carga de polen. **Anacardiaceae:** (1, 2) *Mangifera indica*; **Apocynaceae:** (3, 4) *Nerium oleander*; **Asteraceae:** (5) Asteraceae Tipo 3, (6, 7) *Zaluzania* sp.; **Bignoniaceae:** (8, 9) *Tabebuia* sp.; **Brassicaceae:** (10, 11) *Lepidium virginicum*; **Burseraceae:** (12, 13) *Bursera* sp., (14, 15) *Bursera fagaroides*; **Caryophyllaceae:** (16, 17) *Arenaria lycopodioides*; **Fabaceae:** (18, 19) *Prosopis laevigata*, (20, 21) *Diphysa* sp.; **Loranthaceae:** (22, 23) *Struthanthus* sp.; **Moraceae:** (24) *Cecropia peltata*; **Myrtaceae:** (25, 26) *Psidium guajava*; **Rubiaceae:** (27, 28) *Bouvardia* aff. *ternifolia*, (29, 30) *Galium* sp.; **Saxifragaceae:** (31, 32) *Hydrangea macrophylla*. Fotografías tomadas a 100X.

Figure 2. Pollen types best represented in honey and pollen load samples. **Anacardiaceae:** (1, 2) *Mangifera indica*; **Apocynaceae:** (3, 4) *Nerium oleander*; **Asteraceae:** (5) Asteraceae Type 3, (6, 7) *Zaluzania* sp.; **Bignoniaceae:** (8, 9) *Tabebuia* sp.; **Brassicaceae:** (10, 11) *Lepidium virginicum*; **Burseraceae:** (12, 13) *Bursera* sp., (14, 15) *Bursera fagaroides*; **Caryophyllaceae:** (16, 17) *Arenaria lycopodioides*; **Fabaceae:** (18, 19) *Prosopis laevigata*, (20, 21) *Diphysa* sp.; **Loranthaceae:** (22, 23) *Struthanthus* sp.; **Moraceae:** (24) *Cecropia peltata*; **Myrtaceae:** (25, 26) *Psidium guajava*; **Rubiaceae:** (27, 28) *Bouvardia* aff. *ternifolia*, (29, 30) *Galium* sp.; **Saxifragaceae:** (31, 32) *Hydrangea macrophylla*. Photographs taken at 100X.

Con los tipos polínicos hallados en cada una de las muestras y su porcentaje de aparición que presentaron, se pudo clasificar a las mieles por su origen botánico de acuerdo con Ramírez-Arriaga y colaboradores (2011). En el Cuadro 2 se observa la clasificación de las tres muestras de miel, encontrando que predominan las mieles de tipo bifloral (clasificación en la que dos taxones son secundarios y pertenecen a diferentes familias botánicas).

Cuadro 2. Clasificación de las mieles según las categorías de Ramírez-Arriaga *et al.* (2011).
Table 2. Classification of honeys according to the categories of Ramírez-Arriaga *et al.* (2011).

Muestra	Tipo de miel
Miel clara primavera (2023)	Multifloral
Miel oscura primavera (2023)	Bifloral
Miel primavera (2024)	Bifloral

Los valores obtenidos de las pruebas fisicoquímicas se muestran en el Cuadro 3. En cuanto al porcentaje de azúcar se puede observar una semejanza para las mieles clara y oscura al igual que su porcentaje de agua que se encuentra por debajo del 20% mientras que la miel de 2024 tiene 20% de agua y un porcentaje menor de azúcar a diferencia de las otras mieles. Los valores de conductividad eléctrica no varían mucho y se encuentran por debajo de $0.8 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$. En cuanto al pH, se observa que las mieles son ácidas con valores cercanos a 4.

Cuadro 3. Características fisicoquímicas de las mieles de *Apis mellifera* provenientes de Los Cerritos, Santiago de Anaya, Hidalgo, México.

Table 3. Physicochemical characteristics of *Apis mellifera* honeys from Los Cerritos, Santiago de Anaya, Hidalgo, Mexico.

Miel	% Azúcar	% Agua	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	pH
Miel clara primavera (2023)	80.5	18	18.2	0.201	3.61
Miel oscura primavera (2023)	80.5	18	18.3	0.378	3.84
Miel primavera (2024)	78	20	18.2	0.256	3.86

En el Cuadro 4 se muestran los valores obtenidos a partir de la teoría CIELab para cada miel, en el parámetro de luminosidad L^* en las tres mieles es mayor a 50 por lo que las mieles son claras; en el valor de a^* las tres mieles tienen valores menores a 0, por lo tanto, tienden a tonalidades verdes; en el valor de b^* todos los valores obtenidos son mayores a 0 por lo que tienden a tonalidades amarillas.

Cuadro 4. Valores obtenidos para el índice de color de las mieles a partir de la teoría CIELab.
Table 4. Values obtained for the color index of honeys from the CIELab theory.

Miel	L^*	a^*	b^*
Miel clara primavera (2023)	99.68	-0.45	1.14
Miel oscura primavera (2023)	98.31	-0.88	4.32
Miel primavera (2024)	99.86	-0.34	0.46

En el Cuadro 5 se observan los resultados del análisis organoléptico de las mieles analizadas, como se puede ver existen diferencias en el olor y sabor de las muestras.

Cuadro 5. Características organolépticas de las mieles de Los Cerritos, Hidalgo.

Table 5. Organoleptic characteristics of the honeys from Los Cerritos, Hidalgo.

Miel	Olor		Sabor
	Intensidad	Descripción	
Miel clara primavera (2023)	Media	Floral	Muy dulce
Miel oscura primavera (2023)	Fuerte	Leñoso	Dulce
Miel primavera (2024)	Media	Floral	Dulce

En el Cuadro 6 se registra el número de taxones presentes en las muestras de miel, el índice de diversidad más alto correspondió a la miel oscura con un valor de 2.65 y el más bajo a la muestra de miel clara con un valor de 1.72. En relación con el índice de equidad de Pielou, en la muestra de miel oscura se observa que el aprovechamiento de los recursos vegetales fue uniforme, mientras que en las muestras de miel clara y de primavera 2024 el aprovechamiento de los recursos fue de tipo heterogéneo con valores de 0.67 y 0.65 respectivamente.

Cuadro 6. Valores obtenidos para los índices de Shannon-Weaver y Pielou.

Table 6. Values obtained for the Shannon-Weaver and Pielou indices.

Análisis estadísticos	Miel clara primavera (2023)	Miel oscura primavera (2023)	Miel primavera (2024)	Carga de polen (2023)
No. de Tipos Polínicos	13	29	21	19
Índice de Shannon - Weaver (H')	1.72	2.65	1.98	2.37
Índice de Pielou (J')	0.67	0.79	0.65	0.80

DISCUSIÓN

Análisis melisopalinológico

De acuerdo con los resultados obtenidos, las familias mejor representadas en las muestras de miel son las asteráceas y las fabáceas, al comparar con el listado de referencia elaborado con plantas de la zona estas familias son también las mejor representadas, dichos datos también concuerdan con Rzedowski & Rzedowski (2005) que señalan que estas familias son de las más importantes en la flora mexicana. Con relación a las asteráceas, se encontraron varias especies pertenecientes a esta familia sobre todo en las muestras de miel oscura y miel clara; sin embargo, en la mayoría de los casos estos tipos polínicos son poco abundantes y solo en la miel clara (2023) el polen de *Zaluzania* sp. tiene una representación mayor al 5%. Cabe destacar que este género está reportado como de importancia apícola (Ramírez y González, 2019) además de que es común encontrarla en la zona de estudio.

En dos de las muestras analizadas (miel clara y miel oscura, 2023) se encontraron tipos polínicos pertenecientes al género *Bursera* en una alta frecuencia de aparición, de acuerdo con Ramírez y González (2019) este género es de importancia apícola por los recursos que le ofrece a la abeja. En la muestra de miel del 2024 la familia Fabaceae estuvo bien representada en cuanto al número de especies, aunque solo *Prosopis laevigata* tuvo una representación mayor al 5%, esta especie

ya ha sido reportada de importancia apícola por su producción de néctar y polen (Rodríguez *et al.*, 2014).

La riqueza de las fabáceas y asteráceas concuerdan con lo que menciona Martínez-Hernández *et al.*, (1993) sobre la preferencia de las abejas por estas familias ya que les proporcionan néctar y polen en la mayoría de los casos, además de ser las más abundantes en la zona por lo que es más fácil para las abejas acceder a estos recursos.

Algunas plantas cultivadas estuvieron presentes en las muestras como es el caso de mango (*Mangifera indica*) y guayaba (*Psidium guajava*). En el caso de *M. indica* tuvo una representación mayor al 5% en la miel de 2024 y en la muestra de carga de polen; es una planta introducida que se encuentra principalmente en huertos o jardines y de acuerdo con González-Suárez *et al.*, (2019) es de importancia apícola principalmente por su néctar. Por otro lado *P. guajava* estuvo presente en las muestras de miel oscura y clara y la muestra de carga de polen, sin embargo, solo en la muestra de miel clara tuvo una representación mayor al 5%; esta planta es nativa de México y está catalogada como de importancia apícola por su polen y néctar (González-Suárez *et al.*, 2019). Uno de los géneros que se menciona como buen productor de néctar de acuerdo con Ordetx *et al.*, (1972), citado en Quiroz García y Arreguín Sánchez (2008), es *Tabebuia*, el cual es importante en la muestra de miel oscura.

En la muestra de miel oscura (2023) *Cecropia peltata* se clasificó como importante ya que tuvo una representación mayor a 5%, esta especie ya ha sido reportada como recurso de polen importante en mieles de la península de Yucatán (Villanueva-Gutiérrez *et al.*, 2009). Sin embargo, su polinización es principalmente anemófila por lo que pudo estar sobrerrepresentada en la miel. En la muestra de miel del 2024 se encontró a *Nerium oleander* (rosa laurel) e *Hydrangea macrophylla* (hortensia) en un porcentaje mayor al 5%; sin embargo, no se han reportado como especies importantes en otros estudios melisopalinológicos; ambas especies tienen uso ornamental y se pueden encontrar en jardines por lo que las abejas pueden acceder a estos recursos. A este respecto, los apiarios de donde proceden las muestras se sitúan en terrenos próximos a casas rodeadas de jardines en donde se tienen plantas de fácil crecimiento y con flores llamativas como las encontradas en este trabajo.

Lepidium virginicum se encontró en las tres muestras de miel y en la carga de polen, pero solo tuvo una representación mayor al 5% en las muestras de miel clara y oscura (2023) y en la carga de polen; aunque no se ha encontrado reportada como importante en otros estudios melisopalinológicos, Vélez-Gavilán (2016) menciona que esta especie es visitada por abejas en busca de néctar y polen.

En la muestra de carga de polen también se encontró a *Arenaria lycopodioides*, *Diphysa* sp., *Galium* sp. y *Struthanthus* sp. con una representación mayor al 5%. En el caso de *Diphysa* sp. se ha encontrado en mieles monoflorares en Tabasco y las abejas la aprovechan principalmente por su néctar (Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012); en el caso de los restantes tipos polínicos no se han reportado en otros trabajos. Sin embargo, *Arenaria lycopodioides* y *Galium* sp. son comúnmente encontrados en matorrales xerófilos y son perennes (Rzedowski y Rzedowski, 2005), esto es importante ya que las abejas pueden acudir a estos recursos aun en periodos de sequía.

La riqueza dentro de las muestras de miel y carga de polen varió entre 13 y 29 tipos polínicos. La muestra de miel oscura se clasificó como bifloral al igual que la miel del 2024. En un principio, por la designación que le da el apicultor como miel de mezquite se pensó que podría ser una miel monofloral, sin embargo, al realizar el análisis melisopalinológico se obtuvo un porcentaje menor al 45% de *Prosopis laevigata* y por lo tanto no se puede clasificar como monofloral. Sin embargo, su frecuencia de aparición es destacada (40.9 %) lo que concuerda con la presencia de esta planta en la zona y la floración que tiene *P. laevigata* que va de marzo a mayo como se pudo observar en las visitas realizadas a la zona. Por otra parte, de acuerdo con Rodríguez *et al.*, (2014) el mezquite en algunos casos puede tener hasta dos picos de floración, además señalan que esta especie es ampliamente visitada por abejas y avispa y se reconoce como recurso para mieles de buena calidad. La muestra de miel clara se clasificó como multifloral, resultados semejantes fueron reportados en un análisis polínico en muestras de miel del estado de Hidalgo por Suárez-Vargas *et al* (2013).

Análisis fisicoquímico

En cuanto al análisis fisicoquímico, las muestras de miel clara y oscura presentaron un porcentaje de humedad inferior al 20% mientras que la muestra de miel del 2024 presentó el 20%, al comparar estos valores con la NOM-004-SAG/GAN-2018 (Diario Oficial de la Federación, 2020) y el CODEX Alimentarius (2001) se encontró que estaban dentro del límite permitido, las cuales señalan como máximo el 20% para mieles de *Apis mellifera*; este parámetro es muy importante ya que al rebasar el límite establecido por las normas la miel baja de calidad porque es más susceptible al desarrollo de estructuras fúngicas como levaduras y con ello comienza la fermentación (Sanz & Sanz, 1994). De acuerdo con Grajales-Conesa *et al.* (2018), la variación de los resultados entre las mieles depende de la madurez alcanzada durante la temporada de cosecha y factores climáticos y geográficos de la región y la especie de abeja.

En cuanto a la cantidad de azúcares totales, las tres muestras de miel se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el CODEX Alimentarius (2001) para mieles de origen floral.

La conductividad eléctrica está relacionada con el contenido de cenizas y minerales y depende del origen botánico, geográfico y la especie de abeja (Grajales-Conesa *et al.*, 2018); las muestras analizadas corresponden con los estándares establecidos para *A. mellifera* ya que presentaron valores menores a $0.8 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ como se menciona en la Norma Oficial Mexicana 004 y el CODEX Alimentarius; comparando dicho resultado con el trabajo de Sanz y Sanz (1994) donde analizan mieles de mielada (producidas a partir de secreciones azucaradas de insectos que se alimentan de savia), hay una diferencia por el origen botánico, la miel de mielada rebasa los $0.8 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ ya que tiene una mayor cantidad de minerales.

En cuanto al pH se observa que se encuentra dentro de lo establecido para las mieles de *A. mellifera* (Codex Alimentarius, 2001) y al igual que la humedad, este parámetro es importante en cuanto a la calidad de la miel ya que los niveles de acidez contribuyen a su conservación previniendo ataques microbianos.

El color de la miel está determinado por el origen botánico y la composición del néctar (Delmoro *et al.*, 2010); sin embargo, puede ser modificado por factores como la temperatura y el tiempo de almacenamiento (Terrab *et al.*, 2005; Velásquez *et al.*, 2016). De acuerdo con Szabó y colaboradores (2016) el color de la miel puede ser desde incoloro hasta amarillo claro o incluso negro; al analizar esta característica en mieles de diferente origen floral por dos métodos diferentes, encontraron que existe una estrecha correlación entre el color y el contenido de polen de las muestras. Al respecto, es probable que el color de miel del 2024 este dado por *Prosopis laevigata* que es el tipo polínico mejor representado en esa miel (Cuadro 1).

Este parámetro tiene una gran importancia comercial, de acuerdo con Delmoro y colaboradores (2010) el color de las mieles determina su precio y el mercado al que será dirigido; sin embargo, muchos de los trabajos melisopalínológicos como el de Granados-Argüello *et al.* (2020); Castellanos-Potenciano *et al.* (2012); Ramírez-Arriaga *et al.* (2016) y Suárez-Vargas *et al.* (2013) no incluyen esta característica.

Índice de diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') en las mieles analizadas varía de 1.7 a 2.65; de acuerdo con Ortiz Reyes *et al.* (2022), la diversidad de las muestras depende del tipo de vegetación y del periodo de floración de las plantas. Por otra parte, Ramírez-Arriaga y colaboradores (2016) señalan que los registros de diversidad más elevados en mieles se encuentran en las zonas tropicales como Tabasco con 2.6 (Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012) y Guerrero con 2.3; también mencionan que el registro de mieles menos diversas es en Puebla en donde se reportan índices de 1.7; nuestra localidad presenta como vegetación matorral xerófilo y en temporadas secas la diversidad de las mieles podría verse afectada, sin embargo la única muestra de miel que presentó un registro bajo fue la miel clara con 1.7, mientras que las otras dos muestras de miel se encontraban en un rango de 1.9 a 2.6. En cuanto a las cargas de polen presenta una diversidad de 2.37, superior a las de las muestras de miel clara y miel del 2024, este valor coincide con los encontrados por Ramírez-Arriaga *et al.* (2016).

Con respecto al índice de Pielou (J'), se registró un uso de los recursos de manera homogénea para todas las muestras de miel y cargas de polen, siendo la muestra de miel de 2024 la más baja con 0.65, indicando un uso ligeramente desigual de las especies florales, con preferencia por algunas plantas específicas, en este caso *Prosopis laevigata*; la muestra de miel clara (0.67)

mostró una tendencia similar a la anterior, pero más uniforme y la muestra de miel oscura (0.78) y de carga de polen (0.8) presentaron un uso altamente homogéneo, este dato coincide con los encontrados por Ramírez-Arriaga *et al.* (2016) que también reporta un uso uniforme de recursos importantes.

CONCLUSIÓN

Las familias más visitadas por la abeja mielera son Asteraceae y Fabaceae y de igual manera son las mejor representadas en la zona.

Los recursos florares más utilizados por *Apis mellifera* en la localidad Los Cerritos, Hidalgo son *Zaluzania* sp., *Lepidium virginicum*, *Bursera fagaroides*, *Psidium guajava*, *Tabebuia* sp., *Cecropia peltata*, *Bouvardia ternifolia*, *Nerium oleander*, *Mangifera indica*, *Prosopis laevigata*, *Hydrangea macrophylla*, *Arenaria lycopodioides*, *Diphysa* sp., *Struthanthus* sp., y *Galium* sp.

Las muestras de miel oscura y de miel primavera 2024 se caracterizaron como biflorales, además de presentar una mayor riqueza de especies, mientras que la Miel clara se caracterizó como multifloral y tuvo una baja riqueza de especies; además todas las muestras presentaron un comportamiento homogéneo en el pecoreo.

Las características fisicoquímicas de las mieles analizadas se ajustan a lo señalado por la Norma Oficial Mexicana para la Miel de Abeja y el Codex Alimentarius.

LITERATURA CITADA

- Alfaro, B., González, A., Ortiz, D., Viera, C., Burgos, P., Martínez, H., & Ramírez, A. (2010). Caracterización palinológica de las mieles de la península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-607-7573-42-5.
- Baena-Díaz, F., Chévez, E., Ruíz, F., & Porter-Bolland, L. (2022). *Apis mellifera* en México: producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu.*, 13(2), 525-548. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5960>
- Castellanos-Potenciano, B., Ramírez-Arriaga, E., & Zaldivar-Cruz, J. (2012). Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(1), 13-36.
- Codex Alimentarius. (2001). Codex norma para la miel. CODEX STAN 12-1981. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: <https://www.fao.org>.
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: Determinación del color en mieles. *Invenio*, 13(25), 145-152.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54(4), 561-564.
- Federación., D. O. (2020). Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones. Dof.gob.mx. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592435&fecha=29/04/2020#gsc.tab=0
- Fonte, L., Díaz, M., Machado, R., Demedio, J., García, A., & Blanco, D. (2013). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de miel *Melipona beecheii* obtenida en sistemas agroforestales. *Pastos y forrajes*, 36(3), 345-349.
- González, L. (1967). Flora polínica y tipos de vegetación del Valle del Mezquital. [tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN].
- González-Suárez, M., Mora Olivo, A., Villanueva Gutiérrez, R., Lara Villalón, M., Vanoye Eligio, V., & Guerra Pérez, A. (2019). Diversidad de la Flora de interés en el estado de Tamaulipas, México. *Rev Mex Cienc Pecu.*, 11(3), 914-932. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.4717>

- Grajales-Conesa, J., Vandame, R., Santiesteban-Hernández, A., López-García, A., & Guzmán-Díaz, M. (2018). Propiedades fisicoquímicas y antibacterianas de mieles de abejas sin aguijón del Sur de Chiapas, México. *IBCIENCIAS*, 1(1), 1-7.
- Granados-Argüello, R., Villanueva-Gutiérrez, R., Martínez-Hernández, E., García-Mayoral, L., & González, J. (2020). Análisis melisopalinológico de mieles de *Apis mellifera* L. en la zona centro de Veracruz, México. *Polibotánica*(50), 147-163.
- Hernández, P. (2013). Estudio del manejo de los recursos vegetales del Municipio Santiago de Anaya, Hidalgo. [Tesis de Maestría, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN].
- Huang, T. (1972). Pollen flora of Taiwan. National Taiwan University Botany Department Press.
- INEGI, 2. (s.f.). Mapa Topográfico Municipal: Santiago de Anaya, Hidalgo. Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/imagen_cartografica/map_top_municipal/794551060018_geo.pdf.
- Jardines, M. (2014). Relación lluvia de polen - vegetación en el Municipio de Santiago de Ayala, Hidalgo. [Tesis de Maestría, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN].
- Kapp, R. (1969). How to know pollen and spores. Wm. C. Brown Company Publishers.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World*, 139-157. doi:<https://doi.org/10.1080/0005772X.1978.11097714>
- Martínez-Hernández, E., Cuadriello-Aguilar, J., Téllez-Valdez, O., Ramírez-Arriaga, E., Sosa-Nájera, M., Melchor-Sánchez, J. Lozano-García, M. (1993). Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacana, Chiapas, México. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 968-36-2821-4.
- Ordetx, G. S., Franco Millán, W., & Zozaya Rubio, J. A. (1972). Estudio de la Flora Apícola Nacional. Folleto Misceláneo No. 2. Dirección General de Extensión Agrícola. Departamento de Hortalizas y Frutales. Chapingo, México. 94 p.
- Ortiz Reyes, L., Quiroz García, D., Arreguín Sánchez, M., & Fernandez Nava, R. (2022). Origen botánico y caracterización fisicoquímica de la miel de Meliponidos (Apidae: Meliponini) de Teocelo, Veracruz, México. *Polibotánica*(53), 153-170.
- Palacios-Chávez, R., Ludlow-Wiechers, B., & Villanueva, R. (1991). Flora palinológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo.
- PROFECO. (2018). Estudio de calidad: miel de abeja. Revista del Consumidor, junio. Recuperado de https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx/pdfs/Estudio_de_Calidad_Miel_de_Abeja.pdf.
- Quiroz García, D., & Arreguín Sánchez, M. (2008). Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Morelos, México. *Polibotánica* (26), 159-173.
- Ramírez, D., & González, M. (2019). Contribución al conocimiento de especies apibotánicas en dos regiones de Mezquital, Dgo., Méx. *EPISTEMUS*(26), 22-28. doi:10.36790/epistemus.v13i26.92
- Ramírez-Arriaga, E., Martínez-Bernal, A., Ramírez-Maldonado, N., & Martínez-Hernández, E. (2016). Análisis palinológico de mieles y cargas de polen de *Apis mellifera* (Apidae) de la región centro y norte del estado de Guerrero, México. *Botanical Sciences*, 141-156. <https://doi.org/10.17129/botsci.217>
- Ramírez-Arriaga, E., Navarro-Calvo, L., & Díaz-Carbajal, E. (2011). Botanical characterization of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*, 50(1), 40-54.
- Rodríguez, E., Rojo, G., Ramírez, B., Martínez, R., Cong, M., Medina, S., & Piña, H. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai*, 10(3), 173-193.
- Roubik, D., & Moreno, J. (1991). Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Missouri Botanical Garden.
- Rzedowski, G., & Rzedowski, J. (2005). Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª ed., 1ª reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406pp.

Recibido / Received:
17/febrero/2026

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

Aceptado / Accepted:
2/junio/2026

- Sanz, S., & Sanz, M. (1994). Humedad, cenizas y conductividad eléctrica de mieles de la Rioja. *Zubia*(12), 143-158.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2021). Preven crecimiento de 22.4 por ciento en la producción de miel mexicana este año; tomado de: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/preven-crecimiento-de-22-4-por-ciento-en-la-produccion-de-miel-mexicana-este-ano?idiom=es>.
- Suárez-Vargas, A., Pimentel-González, D., Quintero-Lira, A., Hernández-Fuentes, A., & Campos-Montiel, R. (2013). Análisis polínico de diferentes mieles del estado de Hidalgo. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 1(2), 1-6. <http://doi.org/10.47808/revistabioagro.v1i2.220>
- Szabó, R., Mézes, M., Szalai, T., Zajác, E., & Weber, M. (2016). Colour identification of honey and methodical development of its instrumental measuring. *Collumela Journal of Agricultural and Enviroment Sciences*, 3(1), 29-36.
- Terrab, A., Recamales, A. F., González-Miret, M. L., & Heredia, F. J. (2005). Contribution to the study of avocado honeys by their mineral contents using inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Food Chemistry*, 92(2), 305-309. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.033>
- Velásquez, C., Gil, J., Urrego, J., Durango, D., & Castañeda, I. (2016). Análisis palinológico y fisicoquímico de miel de abejas (*Apis mellifera* L.) procedente de algunos municipios del oriente y suroeste de Antioquia (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias Universidad de Colombia*, 5(2), 65-87. doi:<https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v5n2.60541>
- Vélez-Gavilán, J. (2016). *Lepidium virginicum* (Virginian peppercress). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.30303>.
- Villanueva-Gutiérrez, R., Moguel-Ordoñez, Y., Echazarreta-González, C., & Arana-López, G. (2009). Monofloral honeys in the Yucatán Peninsula. Mexico. *Grana*, 48(3), 214-223. <http://dx.doi.org/10.1080/00173130902929203>
- Vit, P., Enriquez, E., Barth, O. M., Matsuda, A. H., & Almeida-Muradian, L. B. (2006). Necesidad del Control de calidad de la miel de abejas sin aguijón. *MedULA*, 15(2), 36-42.