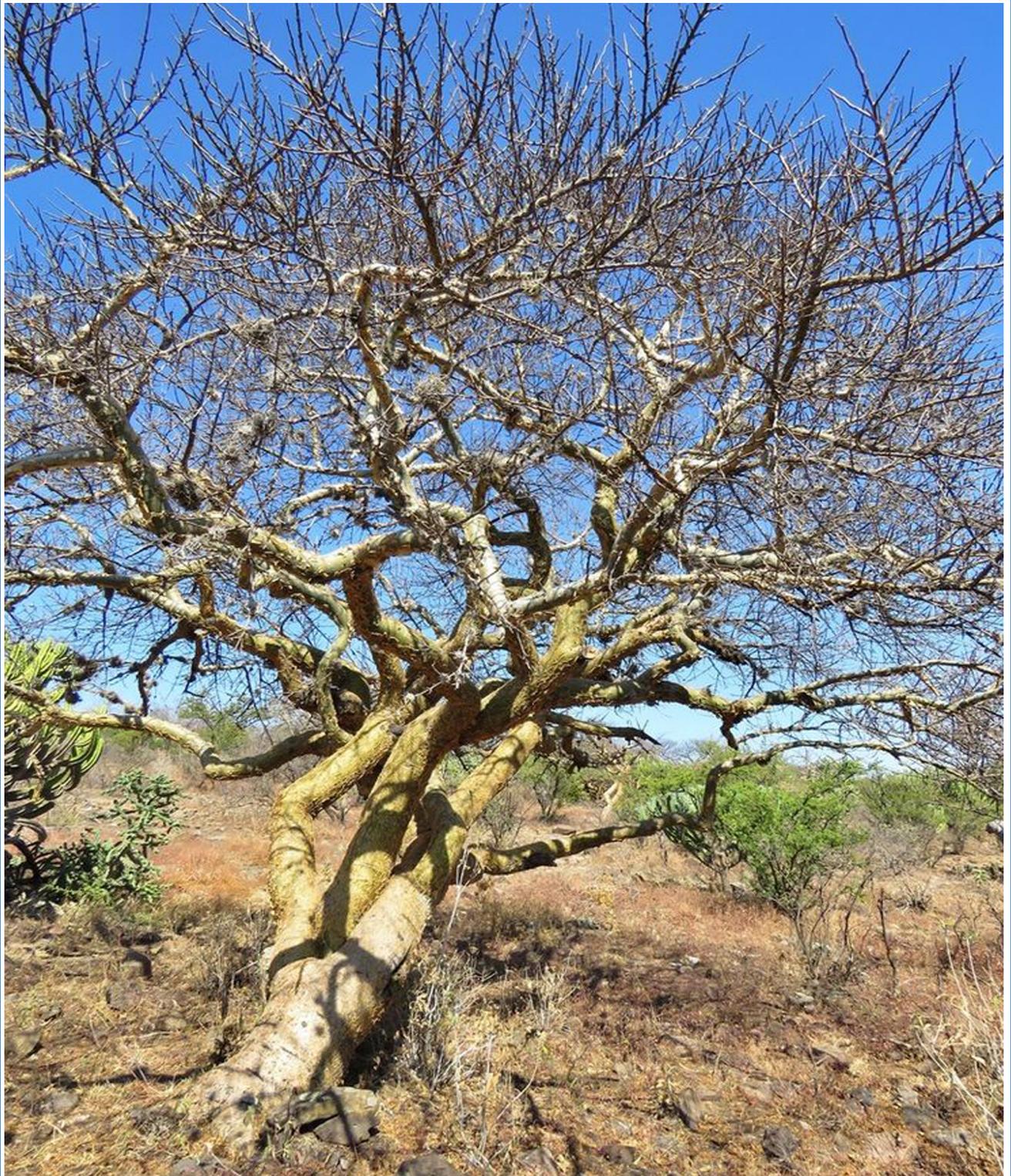


POLIBOTÁNICA

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 *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:

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.



**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 HONEY OF
Apis mellifera L. OF SIERRA DE
MANANTLÁN BIOSPHERE
RESERVE, JALISCO, MÉXICO**

Morales-Najarro, X.M., I.G. Galván-Escobedo, M. Vázquez-Sánchez, M. Medina-Acosta

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 HONEY OF *Apis mellifera* L. OF SIERRA DE MANANTLÁN BIOSPHERE RESERVE, JALISCO, MÉXICO



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 honey of *Apis mellifera* L. of Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Jalisco, México

Morales-Najarro, X.M.,
I.G. Galván-Escobedo,
M. Vázquez-Sánchez,
M. Medina-Acosta

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
HONEY OF *Apis mellifera* L.
OF SIERRA DE
MANANTLÁN BIOSPHERE
RESERVE, JALISCO,
MÉXICO

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 60: 245-262. Julio 2025

DOI:

10.18387/polibotanica.60.14

Xochilt M. Morales-Najarro <https://orcid.org/0000-0002-6900-0514>
*Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo,
Texcoco, Estado de México, México*

Iris G. Galván-Escobedo / sirigales@gmail.com 
<http://orcid.org/0000-0003-4250-4971>
*Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación,
Ciudad de México, México*

Monserrat Vázquez-Sánchez <http://orcid.org/0000-0002-2498-2833>
*Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco,
Estado de México, México*

Montserrath Medina-Acosta³ <http://orcid.org/0000-0002-6244-7604>
*Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad
Iztapalapa, Iztapalapa, Ciudad de México, México*

RESUMEN: La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) se localiza en el sur del estado de Jalisco, México. Las comunidades indígenas que complementan sus actividades productivas con la apicultura. Sin embargo, la mieles que producen carecen de los análisis que establece la normativa mexicana para determinar su origen botánico. El objetivo de este trabajo fue establecer el origen botánico de las mieles producidas en las comunidades de San Miguel y Telcruz y, así, determinar los recursos vegetales importantes para la producción de miel en la región. Se utilizaron sistemas de información geográfica para establecer los tipos de vegetación circundantes a los apiarios. Se cuantificaron los tipos polínicos de 17 muestras de miel cosechadas en otoño de 2018 y 2019, para establecer su origen botánico con base en la NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones. Se estimó la riqueza y diversidad α de los tipos polínicos, así como la disimilitud en la composición de los conjuntos palinológicos de las mieles. Se detectaron geoecosistemas del tipo vegetación secundaria, bajo uso agropecuario y coberturas vegetales diversas como: bosques mixtos, bosque de pino-encino, matorral-pastizal, entre otros. El origen botánico de las mieles en San Miguel fue: una oligofloral, ocho biflorales y siete estrictamente multiflorales. En Telcruz la miel fue de origen monofloral. Por lo tanto, la composición de los conjuntos palinológicos fue diferente en las mieles de ambas localidades. La riqueza y diversidad α de los tipos polínicos en las mieles de San Miguel, determinó la variación en la clasificación del origen botánico entre las mieles de 2018 y 2019. Es necesario evaluar la contribución *Fraxinus* y *Quercus*, como recursos poliníferos en la región.

Palabras clave: origen botánico, melisopalinoología, NOM-004-SAG/GAN-2018, monofloral, multifloral.

ABSTRACT: The Sierra de Manantlán Biosphere Reserve (RBSM) is located in the southern part of the state of Jalisco, Mexico. Indigenous communities in this area complement their productive activities with beekeeping. However, the honey they produce lacks the analyses required by Mexican regulations to determine its botanical origin. The objective of this study was to establish the botanical origin of the honey produced in the communities of San Miguel and Telcruz and, in doing so, identify the key plant resources for honey production in the region. Geographic information systems were used to determine the types of vegetation surrounding the

apiaries. The pollen types in 17 honey samples harvested in the fall of 2018 and 2019 were quantified to establish their botanical origin based on NOM-004-SAG/GAN-2018, Honey Production and Specifications. The richness and α -diversity of the pollen types were estimated, as well as the dissimilarity in the composition of the palynological assemblages of the honey samples. The identified geoecosystems included secondary vegetation, agricultural land use, and diverse plant cover types such as mixed forests, pine-oak forests, shrub-grassland, among others. The botanical origin of the honey from San Miguel was classified as follows: one oligofloral, eight bifloral, and seven strictly multifloral samples. In Telcruz, the honey was monofloral. Therefore, the composition of the palynological assemblages differed between the honey samples from both locations. The richness and α -diversity of pollen types in the honey from San Miguel influenced the classification of its botanical origin between the 2018 and 2019 samples. It is necessary to evaluate the contribution of *Fraxinus* and *Quercus* as pollen resources in the region.

Key words: botanical origin, melissopalynology, NOM-004-SAG/GAN-2018, monofloral, multifloral.

INTRODUCCIÓN

Los estudios melisopalinológicos se basan en el análisis de polen presente en las muestras de miel, para determinar la cantidad de tipos polínicos que contienen, reconocer los recursos florales que utilizan las abejas para elaborar la miel y validar, en cierta medida, que estas no son adulteradas (Abdulrahman *et al.*, 2013). La identificación y cuantificación de los granos de polen de la miel son clave para conocer el origen botánico y geográfico de estas (Castañón Chavarría, 2009; Sánchez & Lupo, 2011). El origen botánico se establece a través de los porcentajes representativos de cada taxón identificado en las muestras, lo que determinará si la miel es monofloral o multifloral (Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2020).

A nivel nacional existen algunos estudios melisopalinológicos en la Ciudad de México (Piedras Gutiérrez & Quiroz García, 2007), Durango (González-Castillo *et al.*, 2017), Guerrero (González Sandoval *et al.*, 2016; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2016), Michoacán (Araujo-Mondragón & Redonda-Martínez, 2019), Oaxaca (Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011), Tabasco (Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012; Córdova-Córdova *et al.*, 2013) y Yucatán (Alfaro Bates *et al.*, 2010). Dichos estudios implementaron técnicas y parámetros estandarizados para el análisis de miel (Louveaux *et al.*, 1970; Von Der Ohe *et al.*, 2004), que obedecen a los criterios establecidos para la determinación del origen botánico de la miel europea. La información generada en estos estudios reveló una amplia diversidad de orígenes botánicos de la miel mexicana y la necesidad de establecer protocolos estandarizados para su análisis melisopalinológico, los cuales tomen en cuenta las particularidades de cada tipo de miel producida en las diferentes regiones mexicanas. En respuesta a esto, en el diario oficial de la federación se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones (SADER, 2020), la cual es un esfuerzo por estandarizar los protocolos para la caracterización física, química y botánica de miel producida por *Apis mellifera* L. en México y, así, clasificar los tipos de miel producidas en las diversas regiones apícolas de nuestro país.

En la región apícola del Pacífico de México, existe carencia de estudios que definan el origen botánico de la miel que se produce en ella. En este sentido, destaca el caso de Jalisco, considerado el mayor productor de miel en 2020 (SIAP, 2021) y que, en años anteriores, se encontró entre los tres primeros lugares de mayor producción de miel a nivel nacional (Castillo Cázares *et al.*, 2016). En el sur del estado de Jalisco, se localiza parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), cuya riqueza de especies silvestres y cultivadas, proveen potencial forestal y servicios ecológicos para toda la región (Instituto Nacional de Ecología (México) (INECOL), 2000).

En la Sierra de Manantlán, se reconoce a la apicultura como una de las actividades tradicionales agrícolas de importancia económica, la cual favorece la diversidad biológica y genética de los ecosistemas (Contreras-Escareño *et al.*, 2013; Tetreault & Lucio López, 2011). Para mantener y promover la apicultura dentro de la RBSM, es importante contribuir con información científica sobre la miel producida y comercializada en la zona; tal es el caso de las comunidades indígenas de San Miguel y Telcruz, en el Ejido de Ayotitlán, cuya miel no cuenta con ningún tipo de análisis melisopalinológico que respalde su origen botánico. Los distintos tipos de bosques con especies dominantes de los géneros *Abies* Mill., *Alnus* Mill., *Fraxinus* Tourn. ex L., *Pinus* L., *Quercus* L., *Styrax* L., entre otros, son comunes en ambas localidades, por lo tanto, la composición florística circundante a los apiarios es similar en ambas

comunidades (INECOL, 2000; Jardel Peláez *et al.*, 2013; Vázquez *et al.*, 1995), por lo que se espera que la miel producida en estas comunidades sea similar y de origen multifloral.

El objetivo de este trabajo fue determinar el origen botánico de la miel de *A. mellifera* de nueve apiarios ubicados en las comunidades de San Miguel y Telcruz en la RBSM, a través de la cuantificación y determinación del polen encontrado en la miel de cada uno de los apiarios; contrastar el registro polínico con la vegetación dentro del área de pecoreo de *A. mellifera* y estimar la riqueza, diversidad α y la disimilitud entre los apiarios.

Métodos

Zona de Estudio

El estudio se realizó en la región centro-sur de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (19° 25' - 19° 45' N, 103° 45' - 104° 30' O) (Figura 1), en el Ejido de Ayotitlán, municipio de Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, donde se ubican las comunidades de San Miguel y Telcruz. El estado de Jalisco se ubica en la provincia biogeográfica de la región Neártica, mientras que la RBSM pertenece a la zona de transición fitogeográfica denominada Holártica-Neotropical (Morrone, 2005) en la Sierra Madre Occidental. En la región se han registrado climas cálidos a templados subhúmedos, con temperatura media anual de 16-22°C y precipitaciones de más de 1700 mm (INECOL, 2000).

Determinación de los tipos de vegetación

La identificación de la vegetación circundante a las localidades de Telcruz y San Miguel, se realizó con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el programa ArcMap 10.5. Se obtuvieron los atributos de la vegetación por medio de recortes para el área de influencia (buffer) de 5 km alrededor de los apiarios, en las capas de vegetación de geoeosistemas (unidades de paisaje o unidades ambientales), del Ejido de Ayotitlán para la RBSM. Éstas agruparon información botánica y uso de suelo, datos bioclimáticos y geomorfoedafológicos (Jardel Peláez *et al.*, 2013).

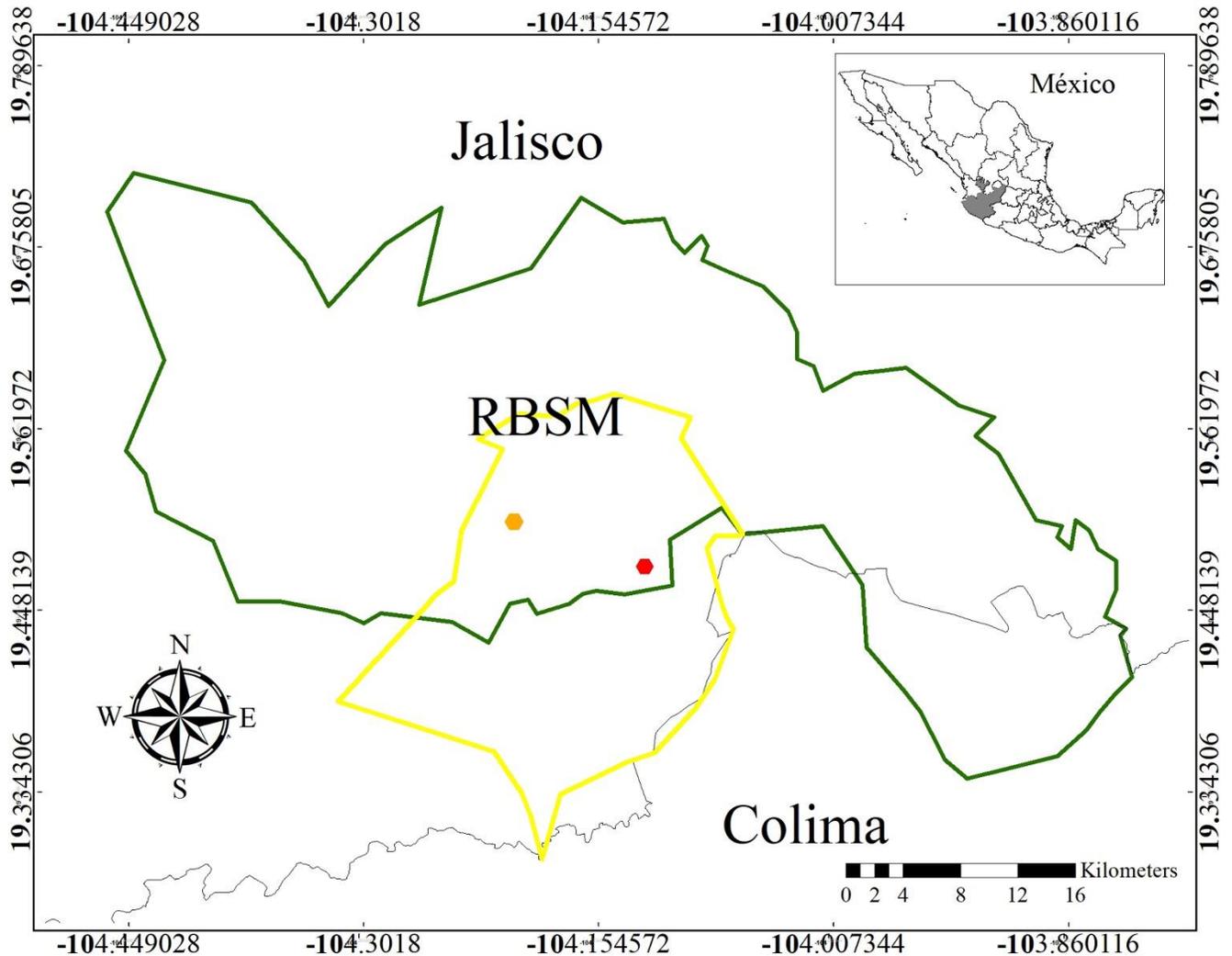


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio, San Miguel (punto naranja) y Telcruz (punto rojo) en la Biósfera Sierra de Manantlán (RBSM, línea verde) y el Ejido de Ayotitlán (línea amarilla), Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México.
Figure 1. Location of study sites, San Miguel (orange dot) and Telcruz (red dot) in Sierra de Manantlán Biosphere (RBSM, green line) and Ejido de Ayotitlán (yellow line), Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México.

Recolección y tratamiento de muestras

Al finalizar el periodo de floración de septiembre a diciembre, se recolectaron 17 muestras de miel de diferentes apiarios de las localidades de Telcruz y San Miguel. En la primera, la muestra correspondió al apiario La Parota, del año 2019. En la segunda, se recolectaron muestras en los años 2018 y 2019 de los apiarios: Carretera Arriba, Nuevo, La Lomita, Los Tablones, La Higuera, Piedra Picuda I, Piedra Picuda II y Llano del medio. Las muestras de 250 g de miel líquida centrifugada se almacenaron en frascos estériles (SADER, 2020).

Para la extracción de polen se tomaron 50 g de miel por muestra y se procesaron de acuerdo con la técnica de acetólisis de Erdtman (Martínez-Hernández, 1970) y al protocolo de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones (SADER, 2020). Aunque este método destruye algunos elementos microscópicos presentes en la miel, como las hifas de hongos, algas y levaduras, es recomendable realizarlo para eliminar el contenido citoplasmático de los granos de polen. Esto facilita la observación de las características morfológicas de la pared del polen y, de esta manera, determinar con mayor precisión de qué taxón vegetal provienen.

El polen se observó en un microscopio fotónico marca Zeiss, modelo Axioscop 2 (Carl Zeiss AG, Jena, Alemania), en campo claro a 1000× de aumento y se tomaron fotomicrografías con una cámara digital marca Amscope, modelo MU1000 (AmScope, California, E.U.A.). Adicionalmente, se tomaron 10 ml de polen acetolizado suspendido en agua destilada y se enviaron para su procesamiento y obtención de imágenes en un microscopio electrónico de barrido marca Carl Zeiss EVO-50 (Carl Zeiss AG, Alemania), en el Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal Sede Querétaro (LANIVEG-QRO).

Determinación y clasificación de tipos polínicos

En cada muestra los tipos polínicos se identificaron a nivel de familia, género o especie botánica; en los que no fue posible asignar una categoría taxonómica, se registraron como “indeterminados”. Se utilizó literatura especializada de palinofloras (Hesse *et al.*, 2009; Palacios-Chávez *et al.*, 1991; Ramos-Díaz *et al.*, 2015; Roubik & Moreno, 1992), estudios de morfología polínica (Durán *et al.*, 2000; Hebda & Chinnappa, 1990; Medina-Acosta *et al.*, 2019; Morton & Dickison, 1992; Panahi *et al.*, 2012; Skvarla & Larson, 1965) y trabajos melisopalínológicos efectuados en México (Acosta Castellanos *et al.*, 2011; Alaniz-Gutiérrez *et al.*, 2017; Alfaro Bates *et al.*, 2010; Campos-Trujillo *et al.*, 2015; Córdova-Córdova *et al.*, 2013; González-Castillo *et al.*, 2017; González Sandoval *et al.*, 2016; Quiroz García & Arreguín Sánchez, 2008; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2016).

Se realizó la cuantificación de 500 granos de polen por muestra, de éstos, se excluyeron los que pertenecían a plantas reconocidas como anemófilas. Se establecieron las clases de frecuencia de acuerdo con Louveaux *et al.*, (1970) y a las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018 (SADER, 2020): polen predominante (*P*: aquellos tipos presentes en porcentajes > 45%), polen secundario (*S*: con presencia entre 16-45%), polen de menor importancia (*MI*: entre 3-15%), polen menor (*m* < 3%) y polen presente (*p* < 1%). Con el programa TILIA versión 2.0.41 (Grimm, 2011), se realizaron diagramas polínicos de frecuencias relativas de los tipos polínicos por muestra. Para la nomenclatura de los tipos polínicos se siguió el criterio de De Klerk & Joosten (2007).

Clasificación botánica de la miel

Con base en el criterio de Ramírez-Arriaga *et al.*, (2011, 2016), Ramírez-Arriaga *et al.* (2011, 2016) y la NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones (SADER, 2020), las muestras de miel se clasificaron en monoflorales, cuando presentaron un taxón dominante ($\geq 45\%$), o multiflorales. En este último caso, se denominaron: biflorales, cuando presentaron dos taxones relevantes de diferentes familias botánicas y porcentajes entre 16-44%; oligoflorales, con dos o más taxones de una familia botánica y valores entre 16-44%; y estrictamente multiflorales, con tres o más taxones de diferentes familias con porcentajes $\geq 10\%$.

Índices de diversidad biológica

Con fines comparativos y para determinar el tamaño del nicho trófico a través del número de taxones presentes en la miel, en cada muestra se estimó la diversidad α a través de los siguientes índices: la riqueza taxonómica (*S*), el cual indicó el número total de taxones registrados en las mieles; el índice de diversidad α de Shannon-Weaver (*H'*) que, además del número de taxones, determinó la abundancia de cada uno de ellos; y la equidad de Pielou (*J'*), que definió la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Magurran, 1988; Montes Tubio *et al.*, 2003; Pielou, 1975; Shannon, 1948). Los cálculos se llevaron a cabo con el Software Species Diversity and Richness IV (Seaby & Henderson, 2007). El grado de disimilitud entre los conjuntos polínicos registrados en los apiarios, se evaluó a través de un análisis de agrupamiento jerárquico, utilizando el método de enlace simple y la distancia del coeficiente de Jaccard (Jaccard, 1901); los análisis se realizaron con el software Community Analysis Package 4.0 (Seaby & Henderson, 2007). La distancia de Jaccard indicó la frecuencia con la que las observaciones de cada grupo aparecen juntas; si el valor de la distancia es cercano 1, el grado de disimilitud entre los conjuntos palinológicos es mayor.

RESULTADOS

Tipos de vegetación

En ambas localidades se determinó la presencia de geoeosistemas del tipo vegetación secundaria, bajo usos agropecuarios y otras coberturas de suelo: Agricultura de ladera/barbechos (matorral y pastizal) (ALB), Agricultura de temporal (AT), Agricultura temporal y pastizal inducido (ATPI), Agricultura en riberas y zonas inundables (ARZI), Matorral-Pastizal Secundario en laderas / suelo regosol-litosol (MPSec1) y Matorral con Pastizal Secundario en suelos forestales (MPSec2), esta última exclusiva de San Miguel. Así como geoeosistemas de cobertura vegetal, los cuales fueron: Bosque de Encino-Caducifolio (BEC), Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), Bosque Mixto de Encino-Latifoliadas (BMEL), Bosque Mixto de Pino-Latifoliadas (BMPL), Bosque de Pino-Encino (BPE), Selva Mediana Subcaducifolia (SMSC). Exclusivamente en San Miguel se determinaron: Bosque Mixto de Coníferas y Latifoliadas (BMCL), Bosque Pino-Encino-Oyamel (BPEO) y Bosque Pino Montano Alto (BPMA) (Figura 2).

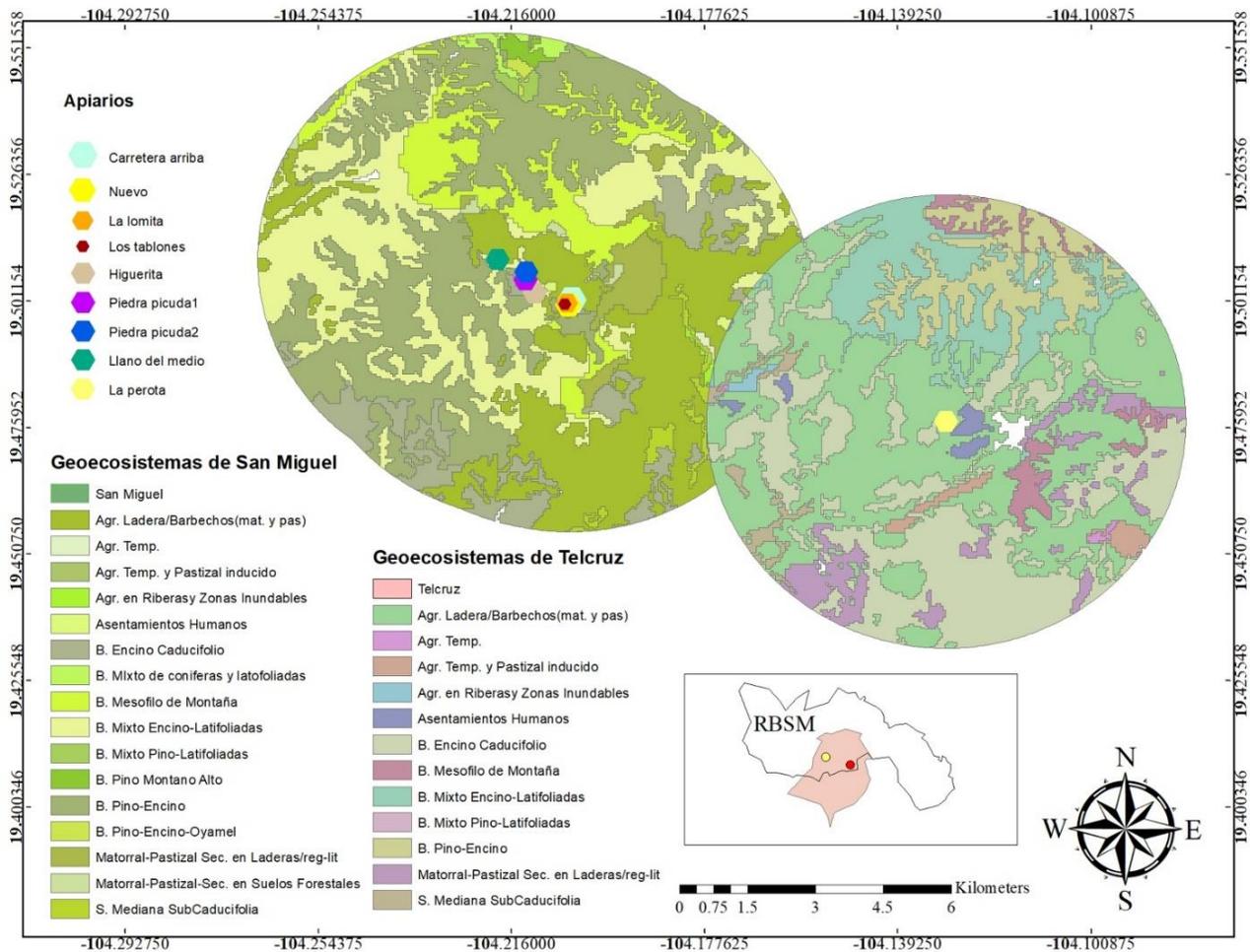


Figura 2. Geoeosistemas circundantes en un radio de 5 Km desde los apiarios de San Miguel y Telcruz (Jardel Peláez *et al.*, 2013), en el Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México.

Figure 2. Surrounding geoeosystems within a 5 km radius from Telcruz and San Miguel apiaries (Jardel Peláez *et al.*, 2013), in Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México.

Determinación y clasificación de tipos polínicos

Se registraron 60 tipos polínicos en total, de los cuales se determinaron 13 a nivel de familia, dos a nivel de tribu, 25 a nivel de género y ocho con afinidad a género; 12 tipos polínicos se clasificaron como indeterminados, ya que no se logró asignarles una categoría taxonómica (Anexo 1). Los tipos polínicos se distribuyeron en 24 familias botánicas, de las cuales 10 estuvieron presentes en más del 52% de las muestras, estas fueron: Anacardiaceae (94%), Asteraceae (100%), Cucurbitaceae (71%), Fabaceae (94%), Lamiaceae (88%), Myrtaceae (77%), Onagraceae (94%), Rosaceae (77%), Rubiaceae (82%) y Scrophulariaceae (100%). La mayor riqueza de tipos polínicos se presentó en las familias Fabaceae con nueve taxones, seguido de Anacardiaceae, Asteraceae y Malvaceae, cada una con cuatro taxones.

Los tipos polínicos con mayor frecuencia de aparición fueron: *Bidens*, *Dalea*, *Fraxinus*, *Lopezia*, *Mimosa* tipo 1, *Mimosa* tipo 2, *Quercus* tipo 1, *Quercus* tipo 2, aff. *Rubus*, los cuales se encontraron en más del 85 % de las muestras de San Miguel (Figura 3, 4, 5). El polen del género *Styrax* se registró en las cosechas de 2019 de los apiarios La Parota y La Lomita.

De acuerdo con las clases de frecuencia establecidas para cada tipo polínico, *Styrax* fue el único clasificado como polen predominante en la muestra del apiario La Parota, el 7% de los tipos polínicos se clasificaron como polen secundario, el 25% como polen de menor importancia, el 21% como polen menor y el 46% como polen presente (Anexo 1).

Clasificación botánica de la miel

Los tipos polínicos utilizados para la clasificación de las mieles fueron aff. *Rubus*, *Bidens*, *Calyptanthes*, *Dalea*, *Lopezia*, *Mimosa* tipo 1, *Mimosa* tipo 2 y *Styrax* (Figura 4 y 5). El polen de *Fraxinus* y *Quercus*, se excluyó para establecer la clasificación. Estos últimos, se presentaron en porcentajes de 10 a 27% en todas las muestras de miel, por lo tanto, se clasificaron como polen raro a frecuente (Louveaux *et al.*, 1970; SADER, 2020).

Las muestras obtenidas en la localidad de San Miguel en 2018 se clasificaron de la siguiente manera: una oligofloral de *Mimosa*, seis biflorales y una estrictamente multifloral. De las muestras de 2019, dos se clasificaron como biflorales, y seis como estrictamente multiflorales. En Telcruz, la miel de la cosecha de 2019 se clasificó como monofloral de *Styrax* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de las mieles de la Sierra de Manantlán con base en su origen botánico.

Table 1. Classification of honeys from the Sierra de Manantlán based on their botanical origin.

| Localidad | Apiario | Clasificación de la miel | |
|------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Cosecha 2018 | Cosecha 2019 |
| San Miguel | Carretera Arriba | Bifloral <i>Mimosa</i> tipo 2 y <i>Lopezia</i> | Bifloral <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i> |
| | Nuevo | Bifloral <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i> | Estrictamente multifloral <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> y aff. <i>Rubus</i> |
| | La Lomita | Oligofloral <i>Mimosa</i> tipo 1 y <i>Mimosa</i> tipo 2 | Estrictamente multifloral <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> y aff. <i>Rubus</i> |
| | Los Tablones | Bifloral <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i> | Estrictamente multifloral <i>Dalea</i> , aff. <i>Rubus</i> y Rubiaceae tipo 1 |
| | La Higuera | Bifloral <i>Bidens</i> y <i>Dalea</i> | Bifloral <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i> |
| | Piedra Picuda I | Bifloral <i>Dalea</i> y aff. <i>Rubus</i> | Estrictamente multifloral |
| | Piedra Picuda II | Estrictamente multifloral <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> y <i>Mimosa</i> tipo 1 | Estrictamente multifloral <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> , <i>Mimosa</i> tipo 1 y aff. <i>Rubus</i> |
| | Llano del Medio | Bifloral <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i> | Estrictamente multifloral Tipo Ambrosiinae, <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> , y aff. <i>Rubus</i> |
| Telcruz | La Parota | Monofloral <i>Styrax</i> | |

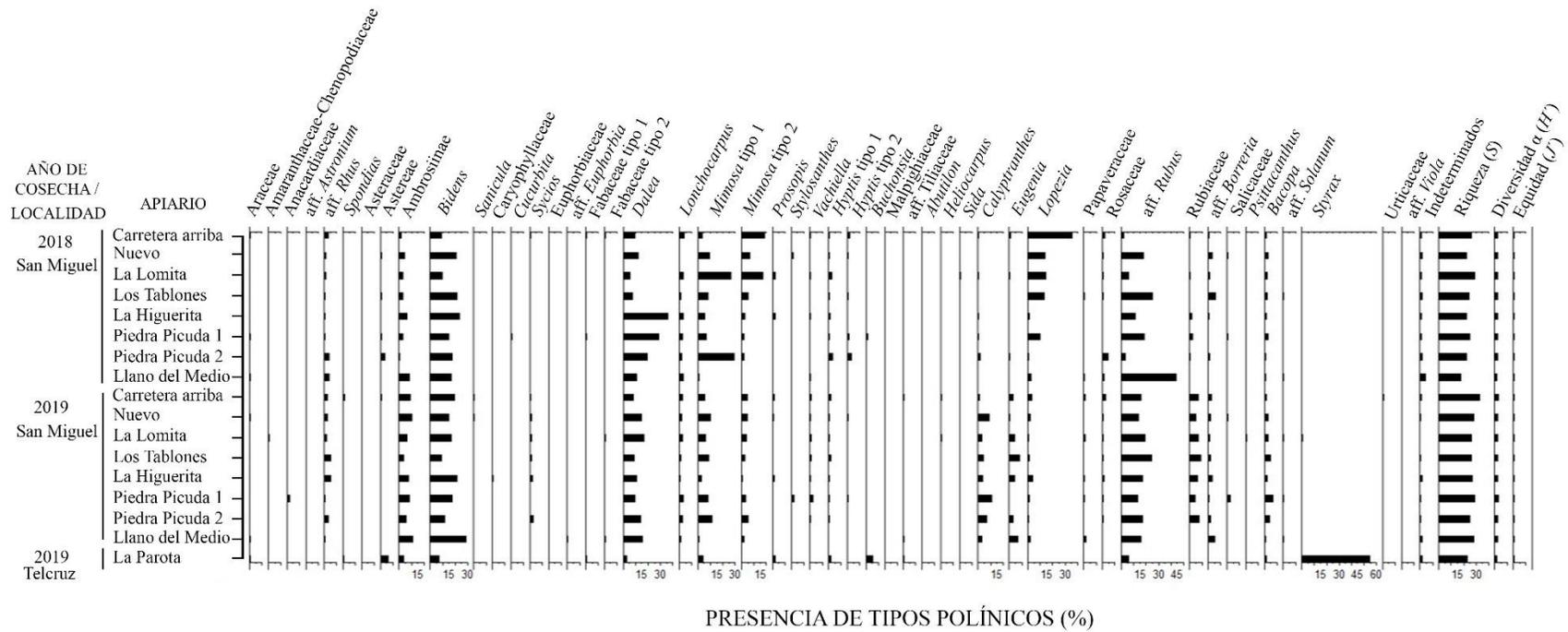


Figura 3. Frecuencias relativas del polen de los taxones presentes en la miel de San Miguel y Telacruz, Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México.
Figure 3. Relative pollen frequencies of the taxa present in the honey of San Miguel and Telacruz, Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México.

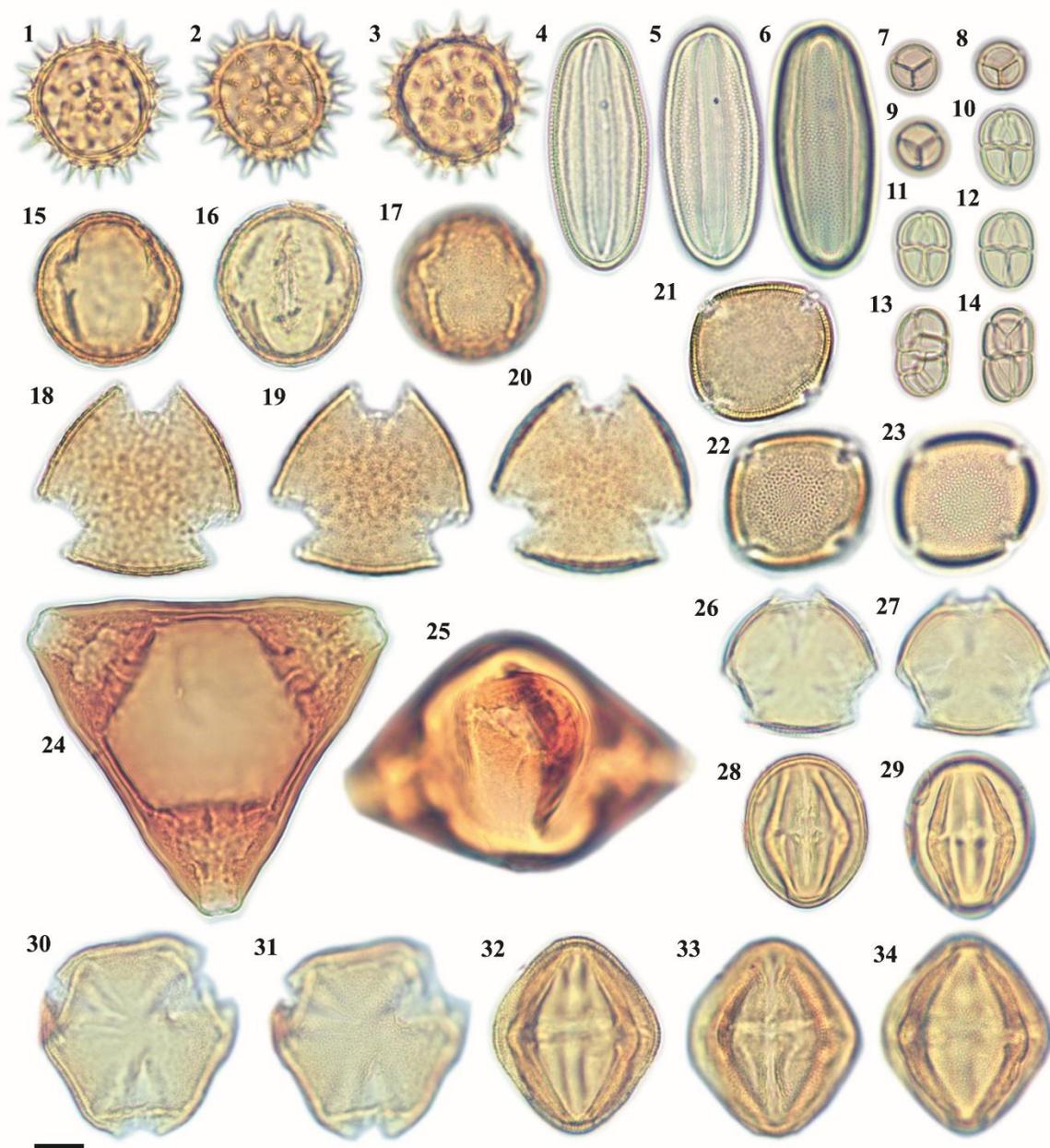


Figura 4. Microfotografías en microscopía de luz de los principales tipos polínicos utilizados para la clasificación de la miel de San Miguel y Telcruz, Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México. ASTERACEAE: 1-3. *Bidens*; FABACEAE: 4-6. *Dalea*, 7-9. *Mimosa* tipo 1, 10-14. *Mimosa* tipo 2; FAGACEAE: 15-17. *Quercus* tipo 1, 18-20. *Quercus* tipo 2; OLEACEAE: 21-23. *Fraxinus*; ONAGRACEAE: 24-25. *Lopezia*; ROSACEAE: 26-29. aff. *Rubus*; STYRACACEAE: 30-34. *Styrax*; Escala 10 μ m.

Figure 4. Light microscopy photomicrographs of the main pollen types used for the classification of honey from San Miguel and Telcruz, Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México. ASTERACEAE: 1-3. *Bidens*; FABACEAE: 4-6. *Dalea*, 7-9. *Mimosa* tipo 1, 10-14. *Mimosa* tipo 2; FAGACEAE: 15-17. *Quercus* tipo 1, 18-20. *Quercus* tipo 2; OLEACEAE: 21-23. *Fraxinus*; ONAGRACEAE: 24-25. *Lopezia*; ROSACEAE: 26-29. aff. *Rubus*; STYRACACEAE: 30-34. *Styrax*.; Scale 10 μ m.

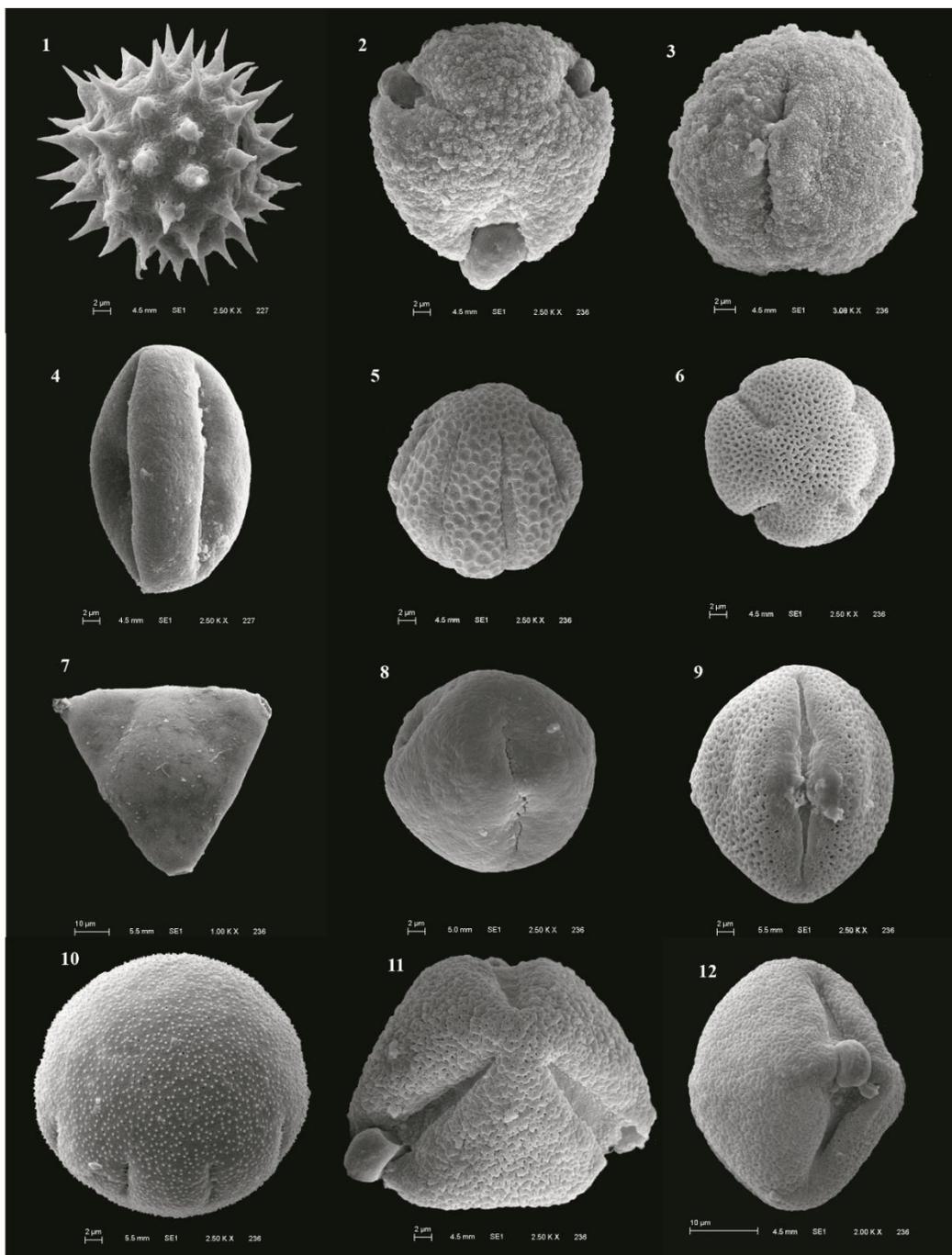


Figura 5. Electronmicrografías en MEB de los tipos polínicos encontrados en la miel de San Miguel y Telcruz, Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México. ASTERACEAE. 1. *Bidens*; FAGACEAE. 2-3. *Quercus* tipo 1, 4. *Quercus* tipo 2; LAMIACEAE. 5. Tipo Lamiaceae; OLEACEAE. 6. *Fraxinus*; ONAGRACEAE. 7. *Lopezia*; ROSACEAE. 8. aff. *Rubus*; RUBIACEAE. 9. *Borreria*; SCROPHULARIACEAE. 10. *Bacopa*. STYRACACEAE. 11-12. *Styrax*. Tomadas en alto vacío a 10.00 kV.

Figure 5. SEM electron micrographs of pollen types found in honey from San Miguel and Telcruz, Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, Mexico. ASTERACEAE. 1. *Bidens*; FAGACEAE. 2-3. *Quercus* tipo 1, 4. *Quercus* tipo 2; LAMIACEAE. 5. Tipo Lamiaceae; OLEACEAE. 6. *Fraxinus*; ONAGRACEAE. 7. *Lopezia*; ROSACEAE. 8. aff. *Rubus*; RUBIACEAE. 9. *Borreria*; SCROPHULARIACEAE. 10. *Bacopa*. STYRACACEAE. 11-12. *Styrax*. Tomadas en alto vacío a 10.00 kV.

Índices de diversidad biológica

La riqueza de taxones varió entre 18 y 33. La muestra que registró la mayor riqueza fue la del apiario Carretera Arriba de la cosecha 2019; la menor riqueza se obtuvo en el apiario Llano del Medio de la cosecha 2018. La diversidad α de Shannon-Weaver total fue de $H'=2,8$ con tendencia a una distribución uniforme por muestra ($J'=0,69$). La muestra con mayor diversidad correspondió al apiario Carretera Arriba de la cosecha de 2019, mientras que los apiarios con menor diversidad fueron Llano del Medio de la cosecha de 2018 y La Parota de 2019 (Figura 6; Anexo 1). El análisis de disimilitud indicó que el conjunto palinológico de la muestra de miel del apiario La Parota de 2019 de Telcruz, se diferenció del resto debido a que fue el único en el que se registró el género *Styrax* en porcentaje mayor a 45 (Figura 6). En las muestras de San Miguel el grado de disimilitud fue menor, ya que en ellas se mantuvo la presencia de polen de los géneros como *Bidens*, *Dalea*, *Lopezia*, *Mimosa* y *Rubus*, principalmente (Figura 6).

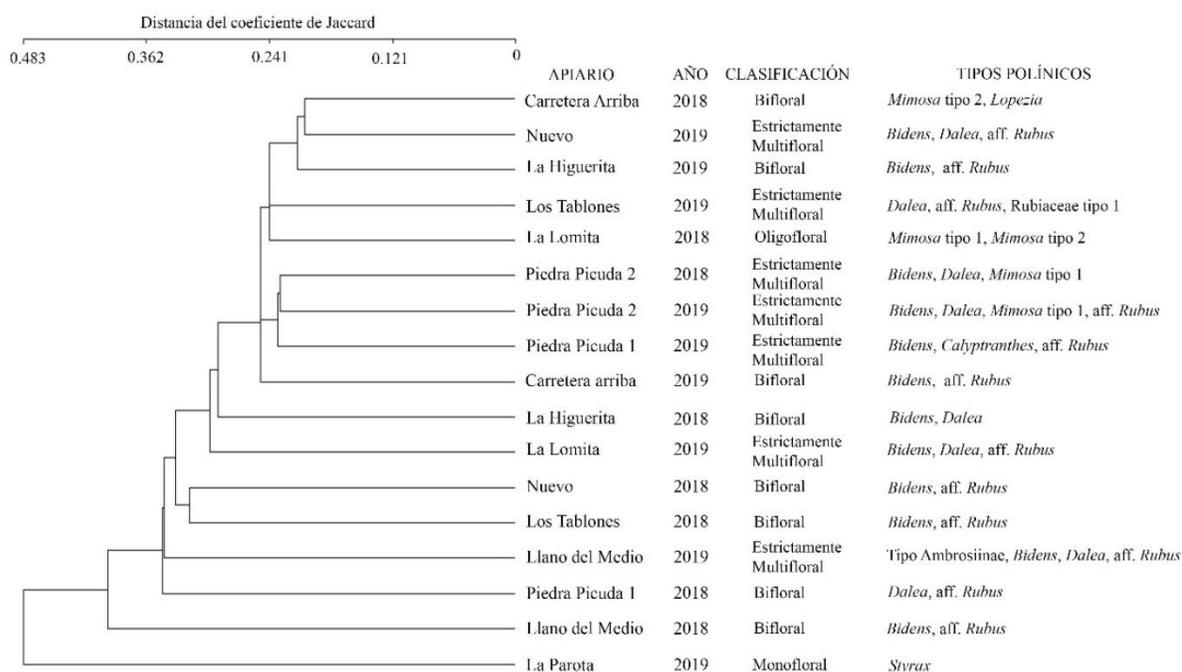


Figura 6. Dendrograma de disimilitud con base en la distancia del coeficiente de Jaccard. Mayor disimilitud en los conjuntos de las ramas con nodos más cercanos a valor de 1. Se presenta los años de la cosecha de miel en cada apiario, su clasificación de acuerdo con su origen botánico, y los tipos polínicos que se tomaron en cuenta para la clasificación.

Figure 6. Dissimilarity dendrogram based on Jaccard distance. Greater dissimilarity in the sets of branches with nodes closer to a value of 1. The years of honey harvest in each apiary are presented, their classification according to their botanical origin, and the pollen types that were taken into account for the classification.

DISCUSIÓN

Tipos de vegetación

Entre los geoecosistemas presentes en el área de pecoreo de *A. mellifera*, dominaron diferentes tipos de bosques, los cuales se caracterizaron por presentar especies arbóreas como *Fraxinus uhdei* Lingelsh., *Quercus* spp. y *Styrax* sp., entre otros (Jardel Peláez *et al.*, 2013; Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2003). Por lo tanto, coincide que estos tres géneros se encontraran representados en porcentajes significativos en la miel de San Miguel y Telcruz.

Por otro lado, con base en la literatura (Acosta Castellanos *et al.*, 2011; Bello González, 2007; Cadena Rodríguez, 2018; De la Mora González, 1988; González Sandoval *et al.*, 2016; Librado Carranza, 2016; Lorente Adame, 1992; Martínez-Virgen *et al.*, 2020; Novoa Lara, 1994; Piedras Gutiérrez & Quiroz García, 2007; Quiroz García & Arreguín Sánchez, 2008; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011, 2016; Rodríguez Jiménez *et al.*, 2017; Román & Palma, 2007; Santana-Michel *et al.*, 1998), en los tipos de vegetación circundantes a los apiarios se han registrado taxones vegetales que aportan recursos néctar-poliníferos a las abejas para la producción de miel y el sostenimiento de la colmena. En los geoecosistemas bajo uso agropecuario como ALB, AT, ATPI, MPSecl y MPSe2, es posible registrar diversos taxones de las familias Asteraceae, Fabaceae y Lamiaceae; en el BEC, BPE, BMEL, BMPL y BMCL, se pueden encontrar *Baccharis*, *Begonia*, *Bidens*, *Croton*, *Eupatorium*, *Salvia* y *Senecio*; mientras que en la SMSC y en vegetación secundaria es posible registrar: *Bocconia*, *Bursera*, *Euphorbia*, *Ipomoea*, *Lantana*, *Mimosa*, *Senna*, *Solanum* y *Verbesina*.

Determinación y clasificación de tipos polínicos

Las familias mejor representadas en la miel de la RBSM, Asteraceae, Betulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Onagraceae, Rosaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae y Styracaceae, contienen especies que se han registrado como recursos importantes para la producción de miel de *A. mellifera* en diferentes estados de México (Acosta Castellanos *et al.*, 2011; Alaniz-Gutiérrez *et al.*, 2017; Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012; Córdova-Córdova *et al.*, 2013; González-Castillo *et al.*, 2017; González Sandoval *et al.*, 2016; Granados-Argüello *et al.*, 2020; Piedras Gutiérrez & Quiroz García, 2007; Quiroz García & Arreguín Sánchez, 2008; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2016, 2011). De éstas, sobresalen Asteraceae y Fabaceae como las más diversas, abundantes y dominantes en estudios de origen botánico de miel y floras apícolas (Araujo-Mondragón & Redonda-Martínez, 2019; Bello González, 2007; Cadena Rodríguez, 2018; De la Mora González, 1988; Librado Carranza, 2016; Martínez-Virgen *et al.*, 2020; Novoa Lara, 1994; Román & Palma, 2007; Santana-Michel *et al.*, 1998), esto debido, en parte, a su diversidad morfológica y fenológica.

En el caso de las mieles de la RBSM destacó la presencia de los tipos polínicos de *Bidens* (Asteraceae), *Dalea* y *Mimosa* (Fabaceae), *Lopezia* (Onagraceae), aff. *Rubus* (Rosaceae) y *Styrax* (Styracaceae). La mayoría de estos tipos polínicos se clasificaron como polen secundario (16-45%), lo cual reflejó el comportamiento poliléctico de las abejas (Piedras Gutiérrez & Quiroz García, 2007). El único tipo polínico que se clasificó como predominante ($\geq 45\%$) fue el de *Styrax* en el apiario La Parota, de Telcruz. En este caso, en las especies que ocurren en la región no se ha registrado la presencia de nectarios florales; sin embargo, se menciona que son visitadas por las abejas (Carranza González, 1993; Gonsoulin, 1974) y, particularmente, en la especie *Styrax officinalis* subsp. *redivivus* (Torr.) Thorne, *A. mellifera* es uno de sus polinizadores y recolector de néctar y polen (Sugden, 1986), lo cual respalda la presencia de dicho género en esta muestra.

Clasificación botánica de la miel

La clasificación botánica de las mieles de la RBSM se basó en los tipos polínicos de géneros pertenecientes a las familias Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae y Styracaceae. Se excluyeron de la clasificación los tipos polínicos pertenecientes a plantas anemófilas, en este caso *Fraxinus* y *Quercus*.

Los parámetros para la clasificación de las mieles mexicanas con base en su origen botánico se disponen en la NOM-004-SAG/GAN-2018 (SADER, 2020). Ésta, a su vez, retoma fundamentos establecidos en las normas internacionales (CAC, 2019), y en métodos de análisis estandarizados, principalmente, para mieles de origen europeo (Louveaux *et al.*, 1970; Von Der Ohe *et al.*, 2004), en donde las condiciones de biodiversidad y estacionalidad climática son diferentes a las de México y, sobre todo, en un área categorizada como Reserva de la Biosfera, dónde se promueve la conservación biológica. Como consecuencia, la aplicación práctica de algunos de estos parámetros en las mieles mexicanas en ocasiones resulta ambigua.

Por ejemplo, la NOM-004-SAG/GAN-2018 (SADER, 2020) especifica que el polen de plantas anemófilas y sin nectarios deben excluirse cuando se calculan los porcentajes de presencia, ya

que este se considera como polen sobrerrepresentado. La sobrerrepresentación de los granos de polen es una variable difícil de estimar, ya que existe una carencia de estudios que establezcan los intervalos de los porcentajes de presencia de este tipo de polen, en particular, para las plantas que componen los tipos de vegetación de México.

En las muestras de miel de la RBSM, el polen de *Fraxinus* y *Quercus*, se registró en porcentajes entre 1 a 40% y 7 a 27%, respectivamente. Algunos autores han documentado que estos tipos polínicos son recursos poliníferos importantes (Chamorro García *et al.*, 2013; Giovanetti & Aronne, 2011; Romero-Rangel & Rojas-Zenteno, 2019; Wallander, 2012), es decir, estos no proveen néctar floral como recompensa a las abejas, pero sí polen como alimento. Ambos géneros, son componentes dominantes de los tipos de vegetación registrados en las áreas circundantes a los apiarios (BEC, BMM, BMEL, BPE). Esto plantea una disyuntiva entre si estos tipos polínicos, en particular, deben considerarse como sobrerrepresentados y excluirse para la clasificación de la miel, o bien, reconocer su importancia como recurso polinífero que las abejas buscan intencionadamente como fuente de proteína y, por lo tanto, tomarse en cuenta para la clasificación.

Diversidad biológica

Abordar el origen botánico de la miel, conlleva conocer la riqueza polínica de ésta, lo cual generalmente, se hace de forma cualitativa a través de la identificación de los tipos polínicos y determinación taxonómica de los mismos. Algunos estudios han considerado la estimación de índices de diversidad α (Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012; Piedras Gutiérrez & Quiroz García, 2007; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011), como una herramienta para explicar la relación ecológica entre la vegetación y el producto forestal no maderable que generan las prácticas apícolas (Chamorro García *et al.*, 2013), e incluso, para explicar el comportamiento mismo de las abejas.

La diversidad α de taxones reflejado con el índice de Shannon-Weaver (H'), asociado a la tendencia de uniformidad del índice de Pielou (J'), mostró una correspondencia con el comportamiento de pecoreo poliléctico registrado previamente sobre *A. mellifera* (Piedras Gutiérrez & Quiroz García, 2007). Lo anterior indicó que la riqueza de taxones presentes en las muestras de la RBSM, no es muy diferente a lo que, en promedio, se registró en otros estudios de miel (Alaniz-Gutiérrez *et al.*, 2017; González-Castillo *et al.*, 2017; Granados-Argüello *et al.*, 2020; Piedras Gutiérrez & Quiroz García, 2007; Quiroz García & Arreguín Sánchez, 2008; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2016).

El análisis de disimilitud mostró una clara diferencia entre contenido polínico de la miel de San Miguel y Telcruz. Sin embargo, algunos conjuntos de polen de las muestras de los apiarios de San Miguel fueron muy similares entre sí, pero muy variables en términos de abundancia de cada uno de los tipos polínicos dominantes en los diferentes años de cosecha, lo que podría reflejar cambios en: 1) los períodos de floración de las plantas, 2) la disponibilidad de recursos para las abejas y, 3) el comportamiento de pecoreo de *A. mellifera*.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo indicaron que el origen botánico de las mieles de las localidades de San Miguel y Telcruz fue diferente. En la miel de los apiarios de San Miguel se registraron mieles, biflorales, oligoflorales y multiflorales; mientras que en Telcruz, la miel fue monofloral. En los apiarios de San Miguel, la composición de los conjuntos palinológicos de las muestras de la cosecha de 2018 fue similar con respecto a las muestras de 2019. Sin embargo, la abundancia de cada tipo polínico varió de un año para otro, lo que influyó en la clasificación botánica de las mieles. La riqueza y diversidad de tipos polínicos registrada en las mieles reflejó el hábito de pecoreo poliléctico de las abejas. Destacó la presencia de taxones como *Bidens*, *Dalea*, *Lopezia*, *Mimosa*, aff. *Rubus* y *Styrax*, como los principales recursos néctar poliníferos para la elaboración de la miel. Es necesario realizar estudios para determinar los intervalos de presencia de polen de *Fraxinus* y *Quercus*, para definir si se trata de polen sobrerrepresentado, o si es un recurso que las abejas buscan debido a su abundancia en la zona.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca de posgrado para la primera autora, y el financiamiento del Programa Investigadoras e Investigadores por México (Proyecto No. 654) para la autora de correspondencia, así como al Colegio de Postgraduados. Al personal de la RBSM, al director Biól. Fernando Gavito, por el apoyo y facilidades otorgadas para realizar este trabajo; a Oscar Sánchez, técnico de operativo, por su apoyo en la coordinación y trabajo de campo. Al señor Guadalupe Flores y a los miembros de la cooperativa Nekutli, en la localidad de San Miguel y al señor Miguel Virgen y su familia, de la localidad de Telcruz, por su disposición y colaboración al proporcionar las muestras de miel para este estudio. A M. en C. Ana Lucía Tovar-Álvarez, por la obtención de imágenes en el microscopio electrónico de barrido del LANIVEG-QRO, UAQ. A los editores y árbitros anónimos de Polibotánica por sus comentarios y sugerencias para mejorar el análisis de los resultados y la redacción del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Abdulrahman, A. A., Solomon, O. R., Adeyemi, S. B., Liadi, M. T., Ahmed, R. N., Belew, M. A., & Oladele, F. (2013). Melisopalynological Analysis of Honey Samples from *Jatropha* Plantation and Unilorin Apiary Farm. *International Journal of Phytofuels and Allied Sciences*, 2(1), 81–92.
- Acosta Castellanos, S., Quiroz García, L., Arreguín Sánchez, M. L., & Fernández Nava, R. (2011). Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. *Polibotánica*, 32, 179–191.
- Alaniz-Gutiérrez, L. A., Ail-Catzim, C. E., Villanueva-Gutiérrez, R., Delgadillo-Rodríguez, J., Ortíz-Acosta, M. E., García-Moya, E., & Medina Cervantes, T. S. (2017). Caracterización palinológica de mieles del Valle de Mexicali, Baja California, México. *Polibotánica*, 0(43), 255–283. <https://doi.org/10.18387/polibotánica.43.12>
- Alfaro Bates, R. G., González Acereto, J. A., Ortiz Díaz, J. J., Viera Castro, F. A., Burgos Pérez, A. I., Martínez Hernández, E., & Ramírez Arriaga, E. (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. Mérida, Yucatán, México.
- Araujo-Mondragón, F., & Redonda-Martínez, R. (2019). Flora melífera de la región centro-este del municipio de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana*, 126: e1444, 1–20. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1444>
- Bello González, M. A. (2007). Planta melífera silvestres de la sierra Purépecha, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 32(102), 103–126.
- CAC, C. A. C. (2019). Norma para la miel. CXS 12-1981. In *Normas Internacionales de los Alimentos* (p. 8). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & Organización Mundial de la Salud.
- Cadena Rodríguez, Y. J. (2018). *Estimación de sitios ambientalmente idóneos para la ubicación de apiarios en dos cuencas de Michoacán*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional.
- Campos-Trujillo, A., Aguirre-Prieto, A., Muñoz-Romero, G., Rodríguez-Villa, M. A., & Quintana-Martínez, G. (2015). Estudio palinológico de la flora urbana de la Ciudad de Chihuahua, México. *Acta Botánica Mexicana*, 113, 111–134.
- Carranza González, E. (1993). Styracaceae. *Flora Del Bajío y de Regiones Adyacentes, Fascículo 21*, 1–14. https://doi.org/10.1007/978-3-662-07257-8_45
- Castañón Chavarría, L. E. de J. (2009). *Mieles diferenciadas de la Península de Yucatán y su mercado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Corredor Biológico Mesoamericano México. www.cbmm.gob.mx
- Castellanos-Potenciano, B. P., Ramírez Arriaga, E., & Zaldivar-Cruz, J. M. (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. <https://doi.org/10.21829/azm.2012.281813>
- Castillo Cázares, A. V., Moguel Ordóñez, Y. B., Cortés Cruz, M. A., Espinosa Huerta, E., Arechavaleta Velasco, M. E., & Mora Avilés, M. A. (2016). Composición botánica de mieles de la península de Yucatán mediante qPCR y análisis de curvas de disociación. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 7(4), 489–505. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v7i4.4278>
- Chamorro García, F. J., León Bonilla, D., & Nates-Parra, G. (2013). El polen apícola como producto forestal no maderable en la Cordillera Oriental de Colombia. *Colombia Forestal*, 16(1), 53–66. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2013.1.a04>
- Contreras-Escareño, F., Pérez Armendáriz, B. P., Echazarreta, C. M., Cavazos Arroyo, J. C., Macías-Macías, J. O., & Tapia-González, J. M. (2013). Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(3), 387–398.
- Córdova-Córdova, C. I., Ramírez-Arriaga, E., Martínez-Hernández, E., & Zaldívar-Cruz, J. M. (2013). Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 29(1), 163–178.
- De Klerk, P., & Joosten, H. (2007). The difference between pollen types and plant taxa: A plea for clarity and scientific freedom. *Eiszeitler und Gegenwart Quaternary Science Journal*, 56(3), 162–171. <https://doi.org/10.3285/eg.56.3.02>
- De la Mora González, C. H. (1988). *Flora de Utilidad Apícola en Jalisco*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Durán, R. C., Martínez Hernández, E., & Jiménez Ramírez, J. (2000). Morfología del polen y distribución de *Lopezia longiflora* (Onagraceae). *Anales Del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 71(2), 73–80.
- Giovanetti, M., & Aronne, G. (2011). Honey bee interest in flowers with anemophilous characteristics: First notes on handling time and routine on *Fraxinus ornus* and *Castanea sativa*. *Bulletin of Insectology*, 64(1), 77–82.
- Gonsoulin, G. J. (1974). A revision of *Styrax* (STYRACACEAE) in the North America, Central America, and the Caribbean. *SIDA Contribution to Botany*, 5(4), 191–258. <https://doi.org/10.2307/1223953>
- González-Castillo, M. P., Ramírez-Noya, D., Acosta-Castellanos, S., Rosales-Castro, M., & Alvarado-Aguilar, S. J. (2017). Caracterización palinológica de miel colectada por *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) en tres localidades del municipio de Durango, Dgo., México. *Entomología Mexicana*, 4, 79–83.
- González Sandoval, R., Catalán Heverástico, C., Dominguez Márquez, V. M., Luna León, C., Hernández Castro, E., Damián Nava, A., Cruz Lagunas, B., & Albrto Palemón, F. (2016). Análisis palinológico de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en cuatro municipios del estado de Guerrero, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19(1), 19–28.
- Granados-Argüello, R. I., Villanueva-Gutiérrez, R., Martínez-Hernández, E., García Mayoral, L. E., & González de la Torre, J. E. (2020). Análisis melisopalínológico de mieles de *Apis mellifera* L. en la zona centro de Veracruz, México. *Polibotánica*, 50, 147–163. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.50.11>
- Grimm, E. (2011). *Tilia Software (Versión 2.0.41)*. Illinois State Museum.
- Hebda, R. J., & Chinnappa, C. C. (1990). Studies on pollen morphology of Rosaceae in Canada. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 64(1–4), 103–108. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(90\)90123-Z](https://doi.org/10.1016/0034-6667(90)90123-Z)
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., & Ulrich, S. (2009). *Pollen terminology. An illustrated handbook*. Australia: Springer Wien. New York, USA.
- INECOL, Instituto Nacional de Ecología (2000). Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Mexico. In *Instituto Nacional de Ecología*. SEMARNAP.
- Jaccard, P. (1901). Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. *Bulletin de La Société Vaudoise Des Sciences Naturelles*, 37(142), 547–579.

- Jardel Peláez, E. J., Vélica Zúñiga, G., Balcázar Medina, O. E., Cuevas Guzmán, R., Santana Castellón, E., & Martínez Rivera, L. M. (2013). *Determinación de la Subzonificación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlan*. Universidad de Guadalajara, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Jalisco, México.
- Librado Carranza, G. (2016). Plantas nectaríferas y poliníferas en la Costa Chica de Guerrero y municipios aledaños de Oaxaca. *Tlamati Sabiduría*, 7(2).
- Lorente Adame, M. P. (1992). *Plantas de importancia apícola en tres localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlan, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1970). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59, 139–157. <https://doi.org/10.1080/0005772x.1978.11097714>
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. Springer-Science+Business Media, B. V. <https://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>
- Martínez-Hernández, E. (1970). *Estudio palinológico de las especies dominantes de la vegetación de los alrededores de la Laguna Madre, Tamaulipas, México*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de México.
- Martínez-Virgen, M., Ulloa-Castañeda, R., Salgado-Moreno, S., Carmona-Gasca, C., Orozco-Benitez, G., & Martínez-González, S. (2020). Estudio geográfico e identificación de plantas con potencial apícola en Nayarit, México. *Abanico Agroforestal*, 2, 1–9.
- Medina-Acosta, M., Grether, R., Martínez-Bernal, A., & Ramírez-Arriaga, E. (2019). Comparative study of pollen morphology and exine ultrastructure in tetrads, octads and polyads of the genus *Mimosa* (Leguminosae). *Palynology*, 43(2), 188–212. <https://doi.org/10.1080/01916122.2018.1446470>
- Montes Tubio, F., Río, M., & Cañellas Rey de Viñas, I. (2003). Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 12(1), 159–176. <https://doi.org/10.5424/795>
- Morrone, J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76(002), 207–252. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2005.002.303>
- Morton, C. M., & Dickison, W. C. (1992). Comparative pollen morphology of the Styracaceae. *Grana*, 31(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/00173139209427822>
- Novoa Lara, C. P. (1994). *Flora de importancia apícola de Cofradía del Rosario, municipio de Amacueca, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Palacios-Chávez, R., Ludlow-Wiechers, B., & Villanueva G., R. (1991). *Flora palinológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo* (pp. 1–321). Chetumal, Quintana Roo, México: Centro de Investigaciones de Quintana Roo.
- Panahi, P., Pourmajidian, M. R., Fallah, A., & Pourhashemi, M. (2012). Pollen morphology of *Quercus* (subgenus *Quercus*, section *Quercus*) in Iran and its systematic implication. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 81(1), 33–41. <https://doi.org/10.5586/asbp.2012.005>
- Piedras Gutiérrez, B., & Quiroz García, D. L. (2007). Estudio melisopalínológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México. *Polibotánica*, 23, 57–75.
- Pielou, E. (1975). *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons. New York, USA.
- 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-Arriaga, E., Martínez-Bernal, A., Maldonado, N. R., & 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, Mexico. *Botanical Sciences*, 94(1), 141–156. <https://doi.org/10.17129/botsci.217>
- Ramírez-Arriaga, E., Navarro-Calvo, L. A., & Díaz-Carbajal, E. (2011). Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*, 50(1), 40–54. <https://doi.org/10.1080/00173134.2010.537767>
- Ramos-Díaz, A., San Román-Ávila, D., Noriega-Trejo, R., Góngora-Chim, R., Sánchez-Contreras, A., & Rodríguez-Buenfil, I. (2015). *Catálogo de los principales tipos polínicos encontrados en las mieles producidas en la península de Yucatán*. Secretaría

Recibido:
28/agosto/2024

Aceptado:
4/junio/2025

- de Investigación, Innovación y Educación Superior (SIIES), Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y de Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDES).
- Rodríguez Jiménez, N. E., López Muraira, I. G., Andrade Gonzalez, I., & Gómez Leyva, J. F. (2017). Maleza de la familia Asteraceae de importancia apícola en Jalisco. In *XXXVIII Congreso Mexicano de la Ciencia de la Maleza XLII Simposium Nacional de Parasitología Agrícola (IAP) 3a*. SOMECIMA. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, American Society of Agronomy, Certified Crop Adviser. p 14-17.
- Román, L., & Palma, J. (2007). Árboles y arbustos tropicales nativos productores de néctar y polen en el estado de Colima, México. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 11(3), 3–24.
- Romero-Rangel, S., & Rojas-Zenteno, E. C. (2019). Aspectos taxonómicos de la morfología floral masculina de *Quercus* (Fagaceae) en México. *Polibotánica*, 48(24), 13–27. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.48.2>
- Roubik, D. W., & Moreno, P. J. E. (1992). *Pollen and spores of Barro Colorado Island*. Missouri Botanical Garden. Kew Bulletin. 47(4):791.
- SADER, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592435&fecha=29/04/2020#gsc.tab=0
- Sánchez-Rodríguez, E. V., López-Mata, L., García-Moya, E., & Cuevas-Guzmán, R. (2003). Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 73, 17–24. <https://doi.org/10.17129/botsci.1676>
- Sánchez, A. C., & Lupo, L. C. (2011). Origen botánico y geográfico de las mieles de El Fuerte, Departamento de Santa Bárbara, Jujuy, Argentina. *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 46(1–2), 105–112.
- Santana-Michel, F. J., Cervantes-Aceves, N., & Jiménez-Reyes, N. (1998). Flora melífera del Estado de Colima, México. *Boletín IBUG*, 6(2–3), 251–277.
- Seaby, R., & Henderson, P. (2007). *Species Diversity and Richness IV*. Pisces Conservation Ltd.
- Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell Sys Techn J*, 27, 379–423.
- SIAP, S. de I. A. y P. (2021). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Comparativo de Avance. Miel*. http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecCompaEspProd.jsp
- Skvarla, J. J., & Larson, D. A. (1965). An Electron Microscopic Study of Pollen Morphology in the Compositae with Special Reference to the Ambrosiinae. *Grana Palynologica*, 6(2), 210–269. <https://doi.org/10.1080/00173136509429147>
- Sugden, E. A. (1986). Anthecology and Pollinator Efficacy of *Styrax officinale* Subsp. *redivivum* (Styracaceae). *American Journal of Botany*, 73(6), 919–930. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1986.tb12132.x>
- Tetreault, D. V., & Lucio López, C. F. (2011). Diversidad biocultural en el estado de Jalisco: Pueblos indígenas y regiones de alto valor biológico. *Espiral (Guadalajara)*, 18(51), 165–199.
- Vázquez, J. A., Cuevas, G. R., Cochrane, T. S., Iltis, H. H., Santana, M. F., & Guzmán, H. L. (1995). *Flora de Manantlan* (No. 13). Fort Worth, Texas, USA: Sida Botanical Miscellany.
- Von Der Ohe, W., Oddo, L. P., Piana, M. L., Morlot, M., & Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35 (Suppl. 1), S18–S25. <https://doi.org/10.1051/apido:2004050>
- Wallander, E. (2012). Systematics and floral evolution in *Fraxinus* (Oleaceae). *Belgische Dendrologie Belge*, 39–58.