

**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](mailto: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-Acosta**<sup>3</sup> <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  $\alpha$  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  $\alpha$  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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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  $\alpha$  y la disimilitud entre los apiarios.

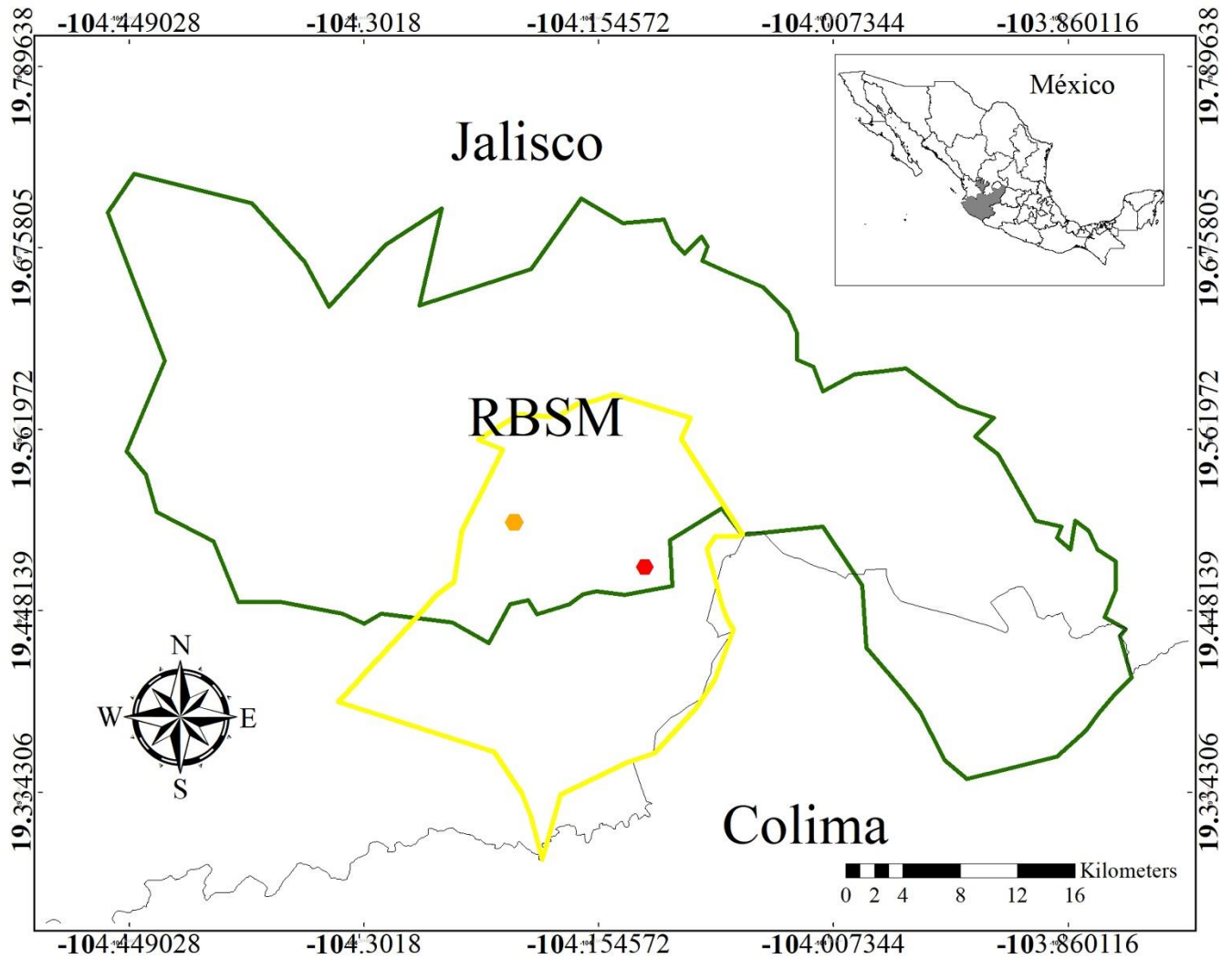
## Métodos

### 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  $\alpha$  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  $\alpha$  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).

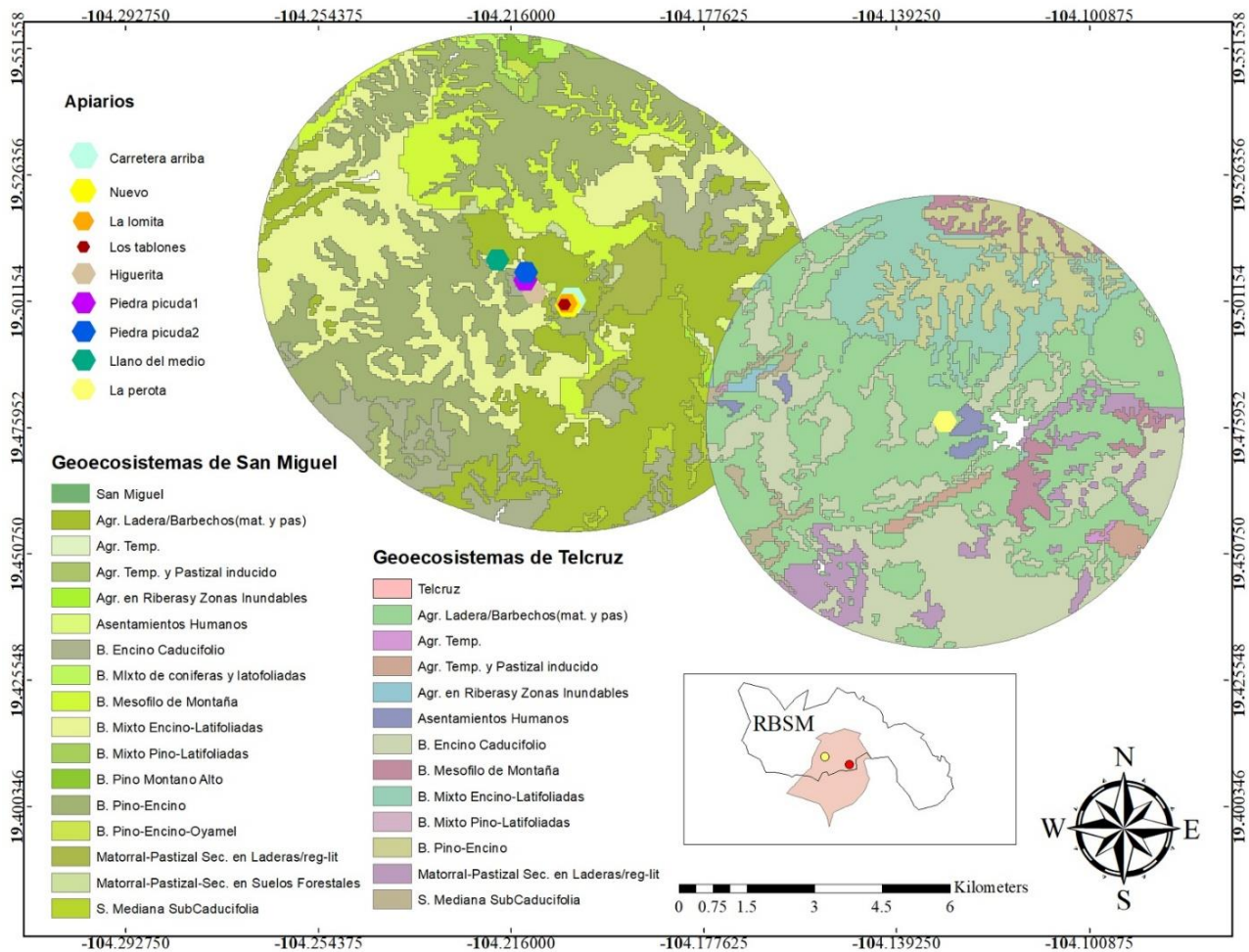


Figura 2. Geoeosistemas circundantes en un radio de 5 Km desde los apiarios de San Miguel y Telcruz (Jardel Peláez *et al.*, 2013), en el Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México.

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

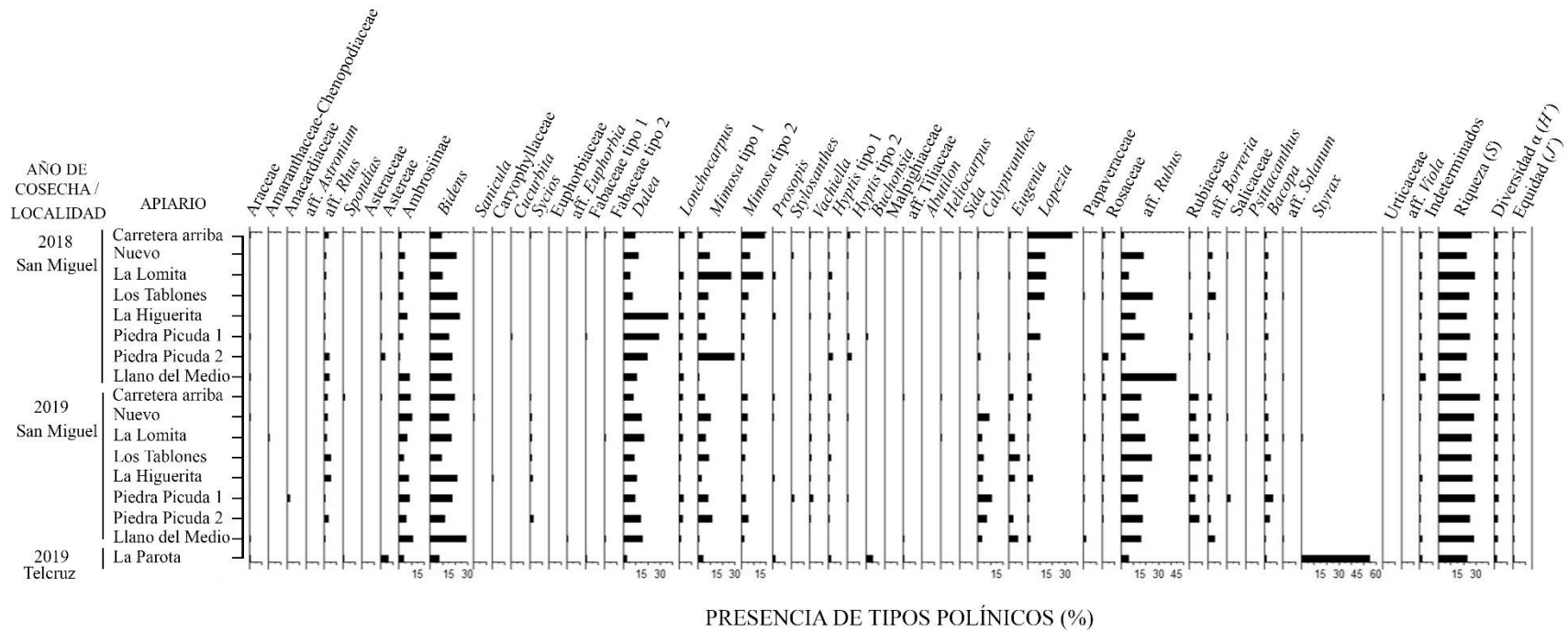
Los tipos polínicos utilizados para la clasificación de las mieles fueron aff. *Rubus*, *Bidens*, *Calyptanthus*, *Dalea*, *Lopezia*, *Mimosa* tipo 1, *Mimosa* tipo 2 y *Styrax* (Figura 4 y 5). El polen de *Fraxinus* y *Quercus*, se excluyó para establecer la clasificación. Estos últimos, se presentaron 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).

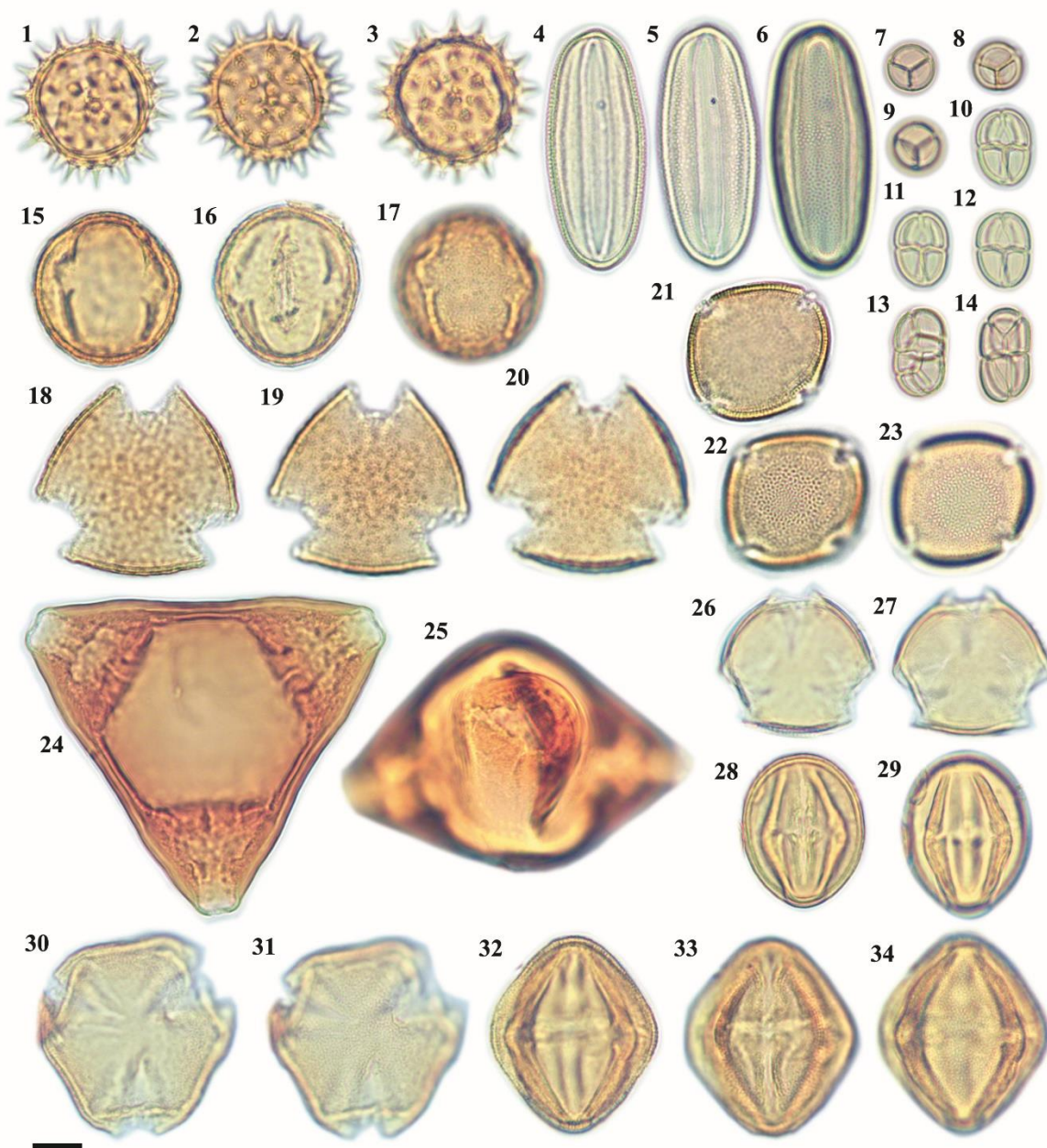
**Cuadro 1.** Clasificación de las mieles de la Sierra de Manantlán con base en su origen botánico.

**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	<b>Bifloral</b> <i>Mimosa</i> tipo 2 y <i>Lopezia</i>	<b>Bifloral</b> <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i>
	Nuevo	<b>Bifloral</b> <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i>	<b>Estrictamente multifloral</b> <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> y aff. <i>Rubus</i>
	La Lomita	<b>Oligofloral</b> <i>Mimosa</i> tipo 1 y <i>Mimosa</i> tipo 2	<b>Estrictamente multifloral</b> <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> y aff. <i>Rubus</i>
	Los Tablones	<b>Bifloral</b> <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i>	<b>Estrictamente multifloral</b> <i>Dalea</i> , aff. <i>Rubus</i> y Rubiaceae tipo 1
	La Higuera	<b>Bifloral</b> <i>Bidens</i> y <i>Dalea</i>	<b>Bifloral</b> <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i>
	Piedra Picuda I	<b>Bifloral</b> <i>Dalea</i> y aff. <i>Rubus</i>	<b>Estrictamente multifloral</b>
	Piedra Picuda II	<b>Estrictamente multifloral</b> <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> y <i>Mimosa</i> tipo 1	<b>Estrictamente multifloral</b> <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> , <i>Mimosa</i> tipo 1 y aff. <i>Rubus</i>
	Llano del Medio	<b>Bifloral</b> <i>Bidens</i> y aff. <i>Rubus</i>	<b>Estrictamente multifloral</b> Tipo Ambrosiinae, <i>Bidens</i> , <i>Dalea</i> , y aff. <i>Rubus</i>
	Telcruz	La Parota	<b>Monofloral</b> <i>Styrax</i>

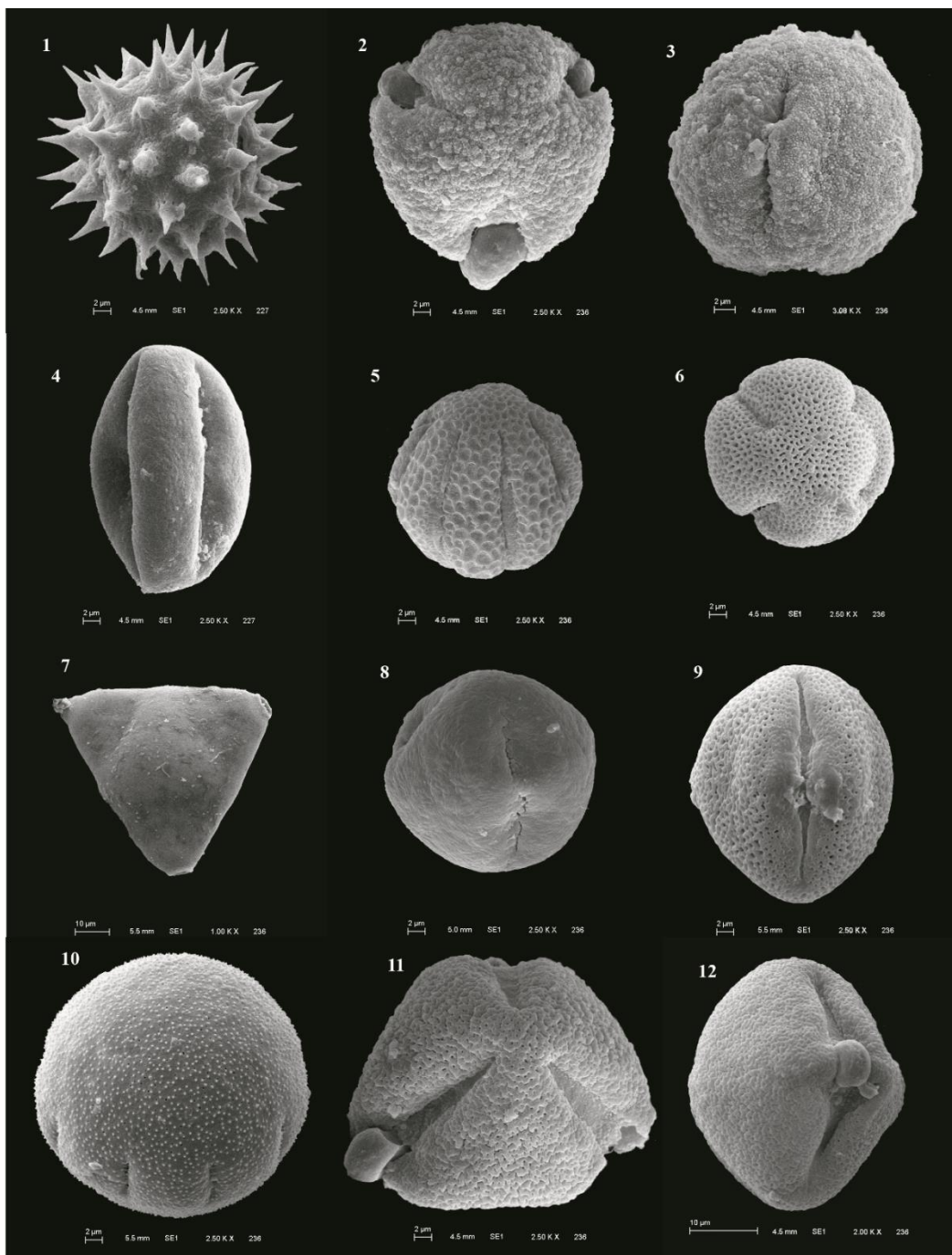


**Figura 3.** Frecuencias relativas del polen de los taxones presentes en la miel de San Miguel y Telacruz, Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México.  
**Figure 3.** Relative pollen frequencies of the taxa present in the honey of San Miguel and Telacruz, Ayotitlán, Cuautitlán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

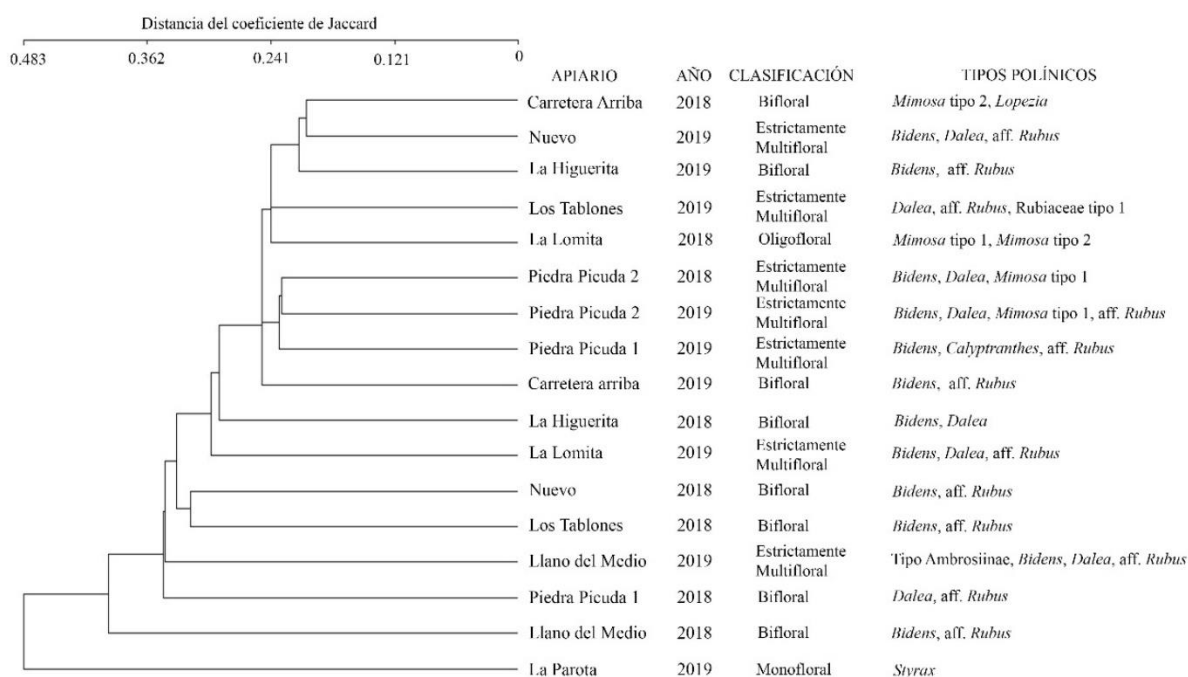


**Figura 5.** Electronmicrografías en MEB de los tipos polínicos encontrados en la miel de San Miguel y Telcruz, Ejido de Ayotitlán, Cuautitlán de García Barragán, Jalisco, México. ASTERACEAE. 1. *Bidens*; FAGACEAE. 2-3. *Quercus* tipo 1, 4. *Quercus* tipo 2; LAMIACEAE. 5. Tipo Lamiaceae; OLEACEAE. 6. *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  $\alpha$  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  $\alpha$  (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  $\alpha$  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](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](http://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](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](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.