

SEP

POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768



Julio 2022

Núm. 54

POLIBOTÁNICA



Núm. 54



Julio 2022

PÁG.

CONTENIDO

- 1 Clave para identificar las especies del género *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae) en el estado de Michoacán, México.
Key for the identification of species of the genus Bursera Jacq. ex L. (Burseraceae) in the state of Michoacán, Mexico.
Rzedowski, J. | R. Medina-Lemos
- 11 Diversidad y estructura arbórea de un bosque templado bajo manejo en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México.
Diversity and tree structure of a managed temperate forest in the municipality of Pueblo Nuevo, Durango, Mexico.
Flores-Morales, E.A. | O.A. Aguirre-Calderón | E.J. Treviño-Garza | M.A. González-Tagle | E. Alanís-Rodríguez | G. Angeles-Pérez | F. Huizar-Ámezcu
- 27 Estructura, composición florística, biomasa aérea y contenido de carbono en la selva mediana perennifolia en Tizimín, Yucatán, México.
Structure, floristic composition, above-ground biomass and carbon content in tropical evergreen forest in Tizimín, Yucatan, Mexico.
Martínez-Gauna, C.A. | J.I. Yerena-Yamallel | L.G. Cuéllar-Rodríguez | E. Alanís-Rodríguez | E. J. Ortega-Arroyo.
- 51 Comparación de valores estructurales de manglar en diferentes condiciones de degradación ecológica.
Comparison of mangrove structural values in different conditions of ecological degradation.
Basañez-Muñoz, A. de J. | A. Serrano | L. Cuervo-López | C. Naval-Avila | A. Capistrán-Barradas | A.G. Jordán-Garza.
- 71 Evaluación de una restauración mediante dron en el matorral espinoso tamaulipeco.
Evaluation of a restoration through drone in the tamaulipeco thornscrub.
Gutiérrez-Barrientos, M. | J.D. Marín-Solis | E. Alanís-Rodríguez | E. Buendía-Rodríguez.
- 87 Efecto de la cobertura y condiciones edáficas en la presencia de *Amoreuxia wrightii* A. Gray, en el noreste de México.
Effect of coverage and edaphic conditions on the presence of Amoreuxia wrightii A. Gray, in northeastern Mexico.
Patiño-Flores, A.M. | E. Alanís-Rodríguez | V.M. Molina-Guerra | M.I. Yáñez-Díaz | A. Mora-Olivo | E. Jurado | H. González-Rodríguez
- 101 Componentes del rendimiento de *Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn. en Guerrero, México.
Yield components of Crotalaria longirostrata Hook. & Arn. in Guerrero, Mexico.
Salinas-Morales, J.L. | C.B. Peña-Valdivia | C. Trejo | M. Vázquez-Sánchez | C. López-Palacios | D. Padilla-Chacón.
- 123 Germinación y multiplicación de plantas *in vitro* de *Heimia salicifolia* (Lythraceae).
Germination and micropropagation in vitro of Heimia salicifolia (Lythraceae).
Ordoñez-Posadas, F. | M. de L. Martínez-Cárdenas | J.L. Rodríguez de la O.
- 139 Micropropagación de *Agave maximiliana* Baker por proliferación de yemas axilares.
Micropropagation of Agave maximiliana Baker by axillary shoot proliferation.
Santacruz-Ruvalcaba, F. | J.J. Castañeda-Nava | J.P. Villanueva-González | M.L. García-Sahagún | L. Portillo | M.L. Contreras-Pacheco.
- 153 Origen botánico y caracterización fisicoquímica de la miel de meliponinos (Apidae:Meliponini) de Teocelo, Veracruz, México.
Botanical origin and physicochemical characterization of meliponini honey (Apidae:Meliponini) from Teocelo, Veracruz, Mexico.
Ortiz-Reyes, L.Y. | D.L. Quiroz- García | M.L. Arreguín-Sánchez | R. Fernández-Nava.
- 171 Comparación anatómica de la lámina foliar de cinco especies leñosas nativas del noreste de México durante la época húmeda y seca.
Leaf blade anatomical comparison of five native woody species of northeastern Mexico during the wet and dry season.
Filió-Hernández, E. | H. González-Rodríguez | I. Cantú-Silva | T.G. Domínguez-Gómez | J.G. Marmolejo-Monsivais | M.V. Gómez-Meza.
- 185 Estudio anatómico e histoquímico de los órganos vegetativos de *Piper aduncum* L. (Piperaceae).
Anatomical and histochemical study of the vegetative organs of Piper aduncum L. (Piperaceae).
Arroyo, J. | P. Bonilla | M. Marín | G. Tomás | J. Huamán | G. Ronceros | E. Racz | L. Moreno | W. Hamilton.
- 203 Evaluation of the hypoglycemic effect of *Tectaria heracleifolia* (Willd.) Underw. in mice with induced type 2 diabetes.
Evaluación del efecto hipoglucemiante de Tectaria heracleifolia (Willd.) Underw. en ratones con diabetes inducida tipo 2.
Luna-Rodríguez, A.K. | M.A. Zenil-Zenil | S. Cristians | A.M. Osuna-Fernández | H.R. Osuna-Fernández.
- 219 Árboles nativos de Sinaloa del sistema agroforestal huerto familiar.
Native trees of Sinaloa at the homegarden agroforestry system.
Avendaño-Gómez, A. | B. Salomón-Montijo | G. Márquez-Salazar.
- 241 Atributos tangibles e intangibles y diferenciación sensorial de la vainilla mexicana.
Tangible and intangible attributes and sensory differentiation of mexican vanilla.
Barrera-Rodríguez, A.I. | A. Espejel | M.G. Pérez | A.G. Ramírez-García.
- 257 Percepción local de los usos y situación ambiental y económica del toronjil (Lamiaceae) en tres comunidades del estado de Guerrero, México.
Local perception of the situation, environmental and economic uses of toronjil (Lamiaceae) in three communities of the state of Guerrero, Mexico.
Hernández-Ramírez, U. | M. Trujillo-Nájera | T. Romero-Rosales | A. Huicochea-Moctezuma | T. de J. Adame-Zambrano | M. A. Gruñtal-Santos.
- 271 Importancia relativa de las especies medicinales ofertadas en el mercado de Tepeaca, Puebla, México.
Relative importance of medicinal species offered in the Tepeaca market, Puebla, Mexico.
Reyes-Matamoros, J. | D. Martínez-Moreno | J.G. Fuentes-López | F. Basurto-Peña.

POLIBOTÁNICA

Núm. 54

ISSN electrónico: 2395-9525

Julio 2022

Portada



Flor de *Bixa orellana* L. (Bixaceae), “achiote” polinizada por *Melipona beecheii* Bennett (Apidae), “jicota mansa”. Entre los principales polinizadores para las flores de numerosas especies de árboles, plantas y lianas en las zonas tropicales y subtropicales de bosques y selvas, se encuentra las abejas sin aguijón, tanto es así que algunos campesinos ya tienen establecida la meliponicultura basada en la cría de *M. beecheii* para producir miel, polen y cerumen que son productos apreciados en el mercado y con importantes propiedades alimenticias y medicinales.

Flower of Bixa orellana L. (Bixaceae), “achiote” pollinated by Melipona beecheii Bennett (Apidae), “jicota mansa”. Among the main pollinators for the flowers of numerous species of trees, plants and lianas in tropical and subtropical areas of forests and jungles are stingless bees, so much so that some farmers have already established meliponiculture based on the breeding of M. beecheii to produce honey, pollen and cerumen that are products appreciated in the market and with important nutritional and medicinal properties.

por/by **Rafael Fernández Nava**



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Director General: *Dr. Arturo Reyes Sandoval*

Secretario General: *Mtro. Juan Manuel Cantú Vázquez*

Secretario Académico: *Dr. David Jaramillo Vigueras*

Secretario de Extensión e Integración Social: *Dr. Luis Alfonso Villa Vargas*

Secretario de Investigación y Posgrado: *Dra. Laura Arreola Mendoza*

Secretario de Servicios Educativos: *Dra. Ana Lilia Coria Páez*

Secretario de Administración: *M. en C. Javier Tapia Santoyo*

Director de Educación Superior: *Mtro. Mauricio Igor Jasso Zaranda*

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Directora:

Dra. Yadira Rivera Espinoza

Subdirectora Académica:

M. en C. Martha Patricia Cervantes Cervantes

Subdirector Administrativo:

Ing. Raúl Chávez Alvircio

Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación:

Dr. Gerardo Aparicio Ozores

Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social:

Dr. Felipe Neri Rodríguez Casasola

POLIBOTÁNICA, Año 27, No. 54, julio-diciembre 2022, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas C.P. 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F. Teléfono 57296000 ext. 62331. <http://www.herbario.encb.ipn.mx/>, Editor responsable: Rafael Fernández Nava. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2015-011309001300-203. ISSN impreso: 1405-2768, ISSN digital: 2395-9525, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la ENCB del IPN, Rafael Fernández Nava, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas CP 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

EDITOR EN JEFE

Rafael Fernández Nava

EDITORIA ASOCIADA

María de la Luz Arreguín Sánchez

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

Christiane Anderson
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan, US

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

Heike Vibrans
Colegio de Postgraduados
Estado de México, México

Jorge Llorente Bousquets
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Graciela Calderón de Rzedowski
Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Mich., México

Delia Fernández González
Universidad de León
León, España

Theodore S. Cochran
University of Wisconsin
Madison, Wisconsin, US

Jerzy Rzedowski Rotter
Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Mich., 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
Universidade Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana, Brasil

Noemí 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

DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA

Luz Elena Tejeda Hernández

OPEN JOURNAL SYSTEM Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Pedro Aráoz Palomino

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:

CONACYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Google Académico - Google Scholar.

DOAJ, Directorio de Revistas de Acceso Público.

Dialnet portal de difusión de la producción científica hispana.

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

LATINDEX, Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

PERIODICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.





Polibotánica

ISSN electrónico: 2395-9525

polibotanica@gmail.com

Instituto Politécnico Nacional

México

<http://www.polibotanica.mx>

ORIGEN BOTÁNICO Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA MIEL DE MELIPONINOS (APIDAE: MELIPONINI) DE TEOCELO, VERACRUZ, MÉXICO

BOTANICAL ORIGIN AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF MELIPONINI HONEY (APIDAE: MELIPONINI) FROM TEOCELO, VERACRUZ, MEXICO

Ortiz Reyes, L.Y.; D. L. Quiroz- García; M. L. Arreguín-Sánchez y R. Fernández Nava.
ORIGEN BOTÁNICO Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA MIEL DE
MELIPONINOS (APIDAE:MELIPONINI) DE TEOCELO, VERACRUZ, MÉXICO.
BOTANICAL ORIGIN AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF
MELIPONINI HONEY (APIDAE:MELIPONINI) FROM TEOCELO, VERACRUZ, MEXICO.

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 54: 153-170 México. Julio 2022

DOI: 10.18387/polibotanica.54.10



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0
Atribución-No Comercial ([CC BY-NC 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)).

ORIGEN BOTÁNICO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MIEL DE MELIPONINOS (APIDAE:MELIPONINI) DE TEOCELO, VERACRUZ, MÉXICO.

BOTANICAL ORIGIN AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF MELIPONINI HONEY (APIDAE:MELIPONINI) FROM TEOCELO, VERACRUZ, MEXICO.

Ortiz Reyes, L.Y.;
D. L. Quiroz- García;
J. L. Arreguín-Sánchez
y R. Fernández Nava.

ORIGEN BOTÁNICO Y
CARACTERIZACIÓN
FÍSICOQUÍMICA DE LA
MIEL DE MELIPONINOS
(APIDAE:MELIPONINI) DE
TEOCELO, VERACRUZ,
MÉXICO.

BOTANICAL ORIGIN AND
PHYSICOCHEMICAL
CHARACTERIZATION OF
MELIPONINI HONEY
(APIDAE:MELIPONINI) FROM
TEOCELO, VERACRUZ,
MEXICO.

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 54: 153-170. Julio 2022

DOI:

10.18387/polibotanica.54.10

L. Y. Ortiz Reyes

D. L. Quiroz- García¹/dlquirozgar@yahoo.com.mx

M. L. Arreguín-Sánchez¹

R. Fernández Nava¹

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica,
Laboratorio de Palinología, Instituto Politécnico Nacional,
Plan de Ayala y Prolongación Carpio, Col. Santo Tomás,
Ciudad de México, 11340. ¹Becarios de COFAA del IPN

RESUMEN: Se realizó el análisis melisopalinológico y fisicoquímico de seis mieles, tres corresponden a la especie de abeja *Melipona beecheii* y tres a *Scaptotrigona mexicana*, todas del municipio de Teocelo, Veracruz, México. Se determinaron 81 tipos polínicos, pertenecientes a 32 familias botánicas, las más importantes para ambas especies de abejas fueron Anacardiaceae (*Spondias* sp.), Malvaceae (*Heliocarpus appendiculatus*), Piperaceae (*Piper* sp.), Salicaceae (*Salix* sp.) y Urticaceae (*Cecropia* sp.). Dos muestras de miel fueron monoflorales, una de cada especie de abeja y las restantes multiflorales. En cuanto a su clasificación por contenido de polen cuatro de las mieles corresponden a la categoría V, esto es mieles con gran contenido de polen. El índice de diversidad (H') de las mieles fue de 0.74, en una de las muestras monoflorales a 2.73 en una multiflora; el índice de equidad (J') de Pielou señaló un pecoreo heterogéneo para mieles monoflorales y homogéneo para multiflorales. Las características fisicoquímicas determinadas no mostraron marcadas diferencias entre las mieles de ambas especies de abejas, la humedad fue de 25.25 a 26.98; pH de 3.36 a 3.43; el contenido de cenizas de 0.006 a 0.047; la conductividad eléctrica de 0.15 a 0.22 mS cm⁻¹; en cuanto al color todas las mieles fueron claras.

Palabras clave: Meliponinos, *Melipona beecheii*, *Scaptotrigona mexicana*, melisopalinología, análisis fisicoquímicos.

ABSTRACT: The melisopalinological and physicochemical analysis of six honeys was performed, three correspond to the bee species *Melipona beecheii* and three to *Scaptotrigona mexicana*, all from the municipality of Teocelo, Veracruz, Mexico. We determined 81 pollen types, belonging to 32 botanical families, the most important for both species of bees were Anacardiaceae (*Spondias* sp.), Malvaceae (*Heliocarpus appendiculatus*), Piperaceae (*Piper* sp.), Salicaceae (*Salix* sp.) and Urticaceae (*Cecropia* sp.). Two honey samples were monofloral, one from each bee species and the remaining multifloral. As for its classification by pollen content, four of the honeys correspond to category V, this is honeys with a high pollen content. The diversity index (H') of the honeys was 0.74, in one of the monofloral samples to 2.73 in a multifloral; the Pielou equity index (J') indicated a heterogeneous pecoreo for monofloral honeys and homogeneous for multifloral honeys. The physicochemical characteristics determined did not show marked differences between the honeys of both bee species, the humidity was from 25.25 to 26.98; pH from 3.36 to 3.43; ash content from 0.006 to 0.047; electrical conductivity from 0.15 to 0.22 mS cm⁻¹; and in terms of color all the honeys were clear.

Key words: Meliponinos, *Melipona beecheii*, *Scaptotrigona mexicana*, melisopalinology, physicochemical analysis.

INTRODUCCIÓN

Los meliponinos son un tipo de abejas eusociales que se caracterizan por la ausencia de aguijón y pequeño tamaño, se encuentran ampliamente distribuidos en las regiones tropicales (Quezada-Euán, 2005). En México, los indígenas criaban a los meliponinos desde antes de la llegada de los españoles, actualmente las especies más utilizadas para la producción de miel son: *Melipona beecheii* y *Scaptotrigona mexicana*, la primera en el área maya y la segunda en el área nahua (Ayala, 2010). A diferencia de la miel de *Apis mellifera*, la de las abejas meliponas no ha tenido muchos estudios e incluso no se han elaborado estándares de calidad para estas mieles, por lo que con frecuencia se basan en los de *A. mellifera* (Vit *et al.*, 2006). En nuestro país, a pesar de que se tiene una gran variedad de especies de abejas sin aguijón (Ayala, 2010; Arnold *et al.* 2018); además, de la importancia que tienen estos insectos como polinizadores de la flora silvestre y de los cultivos, así como del uso medicinal que se le da a la miel que producen (Cahuich *et al.*, 2015; Bonet-Ferrer, 2016; Biluca *et al.*, 2017), el número de trabajos sobre la miel de meliponinos son escasos respecto a otros países de Latinoamérica (Mendieta, 2002; Vit *et al.*, 2006; Gutiérrez *et al.*, 2008; Vit *et al.*, 2009; Flores y Sánchez, 2010; Fonte, *et al.*, 2012; Rodríguez, 2014; Vit *et al.*, 2016). Para México los trabajos melisopalinológicos sobre abejas sin aguijón se concentran en algunas regiones del país; entre ellos se cuenta el de Martínez-Hernández *et al.*, (1994), que determinaron el forrajeo de cuatro especies de meliponinos de dos localidades de Chiapas, México. Villanueva (2005) investigó los recursos nectaríferos utilizados por *M. beecheii* en el Corredor Biológico Mesoamericano. Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández (2007) analizaron la miel de *Scaptotrigona mexicana* y *Apis mellifera* de diez localidades del norte del estado de Puebla obteniendo para *S. mexicana* altos índices de diversidad, así como grandes cantidades de granos de polen por gramo de miel. Reyes-González (2011) presentó un trabajo acerca de las abejas meliponas del municipio de Nocupétaro, Michoacán, en su estudio incluyó el análisis fisicoquímico de la miel de *Scaptotrigona hellweigeri* y de *Frieseomelitta nigra* y las comparó con la norma europea para *A. mellifera*. Grajales-Conesa *et al.* (2018) analizaron mieles de distintas especies de meliponinos (*Melipona beecheii*, *M. solani*, *Scaptotrigona mexicana*, *S. pectoralis*, *Tetragonisca angustula* y *Plebeia* sp.) del sur de Chiapas. López-Roblero, *et al.* (2021) determinaron los recursos florales colectados por cuatro especies de abejas nativas de Chiapas, encontrando mieles monoflorales y multiflorales. El interés por realizar más trabajos sobre abejas silvestres ha aumentado en los últimos años, por lo que el propósito de este trabajo es evaluar la composición botánica y las características físicas y químicas de la miel de meliponinos de la región de Teocelo, Veracruz, México, que no cuenta con estudios previos, por medio de un análisis melisopalinológico y pruebas fisicoquímicas y de color.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estado de Veracruz se localiza en las costas del Golfo de México y de acuerdo con el Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009) del INEGI, Teocelo se encuentra en la zona montañosa del estado, entre los paralelos 19°20' y 19°24' latitud norte y los meridianos 96°50' y 97°02' longitud oeste a una altitud entre los 500 y 1420 msnm (Fig. 1). El clima de la región es semicálido húmedo con lluvias todo el año (ACf) (62%), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (ACm) (29%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano (A (w)) (9%). La temperatura media anual es de 18 °C a 24 °C y el rango de precipitación es de 1400 a 2100 mm. El tipo de vegetación dominante en la región es el Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Mesófilo de Montaña y Pastizales.



Fig. 1. Ubicación del área de estudio, Veracruz de Ignacio de la Llave, México y Municipio de Teocelo. Modificado de <https://www.pinterest.com.mx/pin/470274386062704725/?d=t&mt=login>

Mieles de abejas sin aguijón

Se realizaron dos salidas al municipio de Teocelo, Veracruz en marzo y agosto de 2019, en cada salida se visitó a los meliponicultores de la zona y se colectó material vegetal de la zona de estudio. Las muestras de miel, 100 ml de cada una, se obtuvieron con los productores locales que comercializan las mieles en el municipio de Teocelo, Veracruz. Se analizaron seis muestras, de la 1 a la 3, de *Melipona beecheii* y de la 4 a la 6, de *Scaptotrigona mexicana*. Las muestras 1 a 5, se obtuvieron en 2019 en diferentes épocas del año. En marzo una, esta miel corresponde a la temporada de primavera y en agosto cuatro mieles que cubren la época de verano; mientras que la muestra 6 se colectó en el año 2013.

Análisis palinológico

Las muestras de miel se trasladaron al Laboratorio de Palinología de Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y se mantuvieron en refrigeración a -4°C hasta el momento de su preparación. De cada muestra de miel se tomaron 10 g y se diluyeron con agua caliente a las que se les adicionó de tres a cinco gotas de ácido clorhídrico para posteriormente ser tratadas con la técnica de acetólisis de (Erdtman, 1960). A cada una de las muestras se le agregó una pastilla de esporas de *Lycopodium clavatum* para determinar la cantidad absoluta de polen por gramo de miel de acuerdo con el método de Stockmarr, (1971). Se elaboraron tres laminillas por muestra, montadas en gelatina glicerínada, unas sin colorante y otras con fucsina básica. La identificación de los tipos polínicos se realizó por medio de claves especializadas (Kapp, 1969; Huang, 1972; Palacios *et al.*, 1991; Roubik y Moreno, 1991) y por comparación con la colección de referencia de la zona que se elaboró con el material vegetal colectado en las salidas, así como con la colección de polen del estado de Veracruz depositada en la Palinoteca del Laboratorio de Palinología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Para obtener las frecuencias porcentuales de cada tipo polínico determinado se realizó un conteo de entre 300-500 granos de polen por muestra. Los taxones identificados se clasificaron de acuerdo a las categorías propuestas por Louveaux, Maurizio, y

Vorwohl (1978) en donde el polen dominante (D) representa más del 45% de los granos de polen contados, el polen secundario (S) del 16-45%, polen de importancia menor (I) es de 3-15% y el polen menor (M) representa menos del 3%. Se designaron a las mieles como monoflorales cuando en su composición predominó una especie botánica con porcentaje de polen igual o mayor a 45% y multifloral cuando dos o más especies se presentaron con porcentajes iguales o mayores al 10% (Lieux, 1972). Se analizó la calidad de la miel registrando la presencia de esporas de *Lycopodium clavatum* en las laminillas y con estos datos se obtuvieron las categorías de Maurizio (1949), clase I, <20,000 granos de polen en 10 g de miel, clase II, 20,000-100,000, clase III, 100,000-500,000, clase IV, 500,000-1,000,000 y clase V, > 1,000,000.

Con el paquete estadístico PAST se determinó para cada muestra el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') y el índice de equidad de Pielou (J') para establecer la uniformidad del forrajeo de las abejas.

Los análisis fisicoquímicos se determinaron para cada muestra, de acuerdo con los siguientes métodos: la humedad, se calculó con un refractómetro, para esto se colocaron dos gotas de miel hasta cubrir el prisma del aparato para obtener la lectura. Para determinar el contenido de cenizas, primero se midió la conductividad eléctrica por medio de un conductímetro, utilizando 12 g de miel diluida en 30 mL de agua inyectable PISA; una vez obtenidas las lecturas del conductímetro se calculó el porcentaje de ceniza. El pH se midió con un potenciómetro de mesa en una solución de miel al 10%, empleando un electrodo calibrado con solución buffer de pH 4 y 7 (Martínez, 2016).

El análisis de color se realizó por medio de un espectofotómetro UV/Vis/Nir marca Perkin Elmer modelo Lambda 19 con esfera de integración. Se utilizó como referencia la escala CIE 1976 $L^* a^* b^*$, en donde L^* está en un intervalo de 0 a 100, así $L^* > 50$ son mieles claras y $L^* < 50$ mieles oscuras; a^* y b^* indican la colorimetría, mostrando los pigmentos presentes en la miel, de esta forma $a^* > 0$ tiende a tonalidades de rojo, $a^* < 0$ mostrará tonalidades verdes; $b^* > 0$ indica tonalidades amarillas y $b^* < 0$ tonalidades azules (Delmoro *et al.*, 2010).

RESULTADOS

Se identificaron 81 tipos polínicos en las muestras analizadas. De estos 13 se determinaron a nivel especie, 40 a nivel de género, 14 a nivel de familia y a 14 se le asignó un tipo morfológico. Los taxones determinados se listan en el Cuadro 1, así como su frecuencia porcentual y la categoría a la que corresponde de acuerdo con Louveaux, Maurizio, & Vorwohl (1978). Se resaltan la categoría dominante (D), secundario (S) y de importancia menor (I) que muestran una frecuencia igual o mayor al 3%.

Cuadro 1. Porcentaje de taxones presentes en las seis muestras de miel, separados de acuerdo con las categorías de Louveaux, Maurizio, & Vorwohl (1978) en donde: D: dominante ($\geq 45\%$), S: secundario (16-45%), I: importancia menor (3-15%) y M: menor ($\leq 3\%$).

Taxones	<i>Melipona beecheii</i>			<i>Scaptotrigona mexicana</i>		
	M- 1	M- 2	M-3	M-4	M- 5	M- 6
Acanthaceae					M, 0.19	
Amaranthaceae	M, 0.30					
Anacardiaceae						
<i>Comocladia engleriana</i> Loes.		I, 5.75	M, 2.25	I, 3.17	M, 2.41	
<i>Comocladia</i> sp.			M, 0.17	M, 0.75	M, 0.37	
<i>Rhus</i> sp. 1		I, 4.27	I, 5.36	I, 3.54	I, 4.63	M, 1.98
<i>Rhus</i> sp. 2		M, 0.19	M, 0.52	M, 0.37	M, 0.19	
<i>Rhus</i> sp. 3		M, 1.11	M, 0.35		M, 0.19	
<i>Rhus</i> sp. 4		M, 0.19	M, 2.42	M, 2.05	M, 0.19	M, 0.36
<i>Spondias</i> sp.	M, 0.30	I, 12.99	I, 13.32	I, 5.60	I, 7.22	M, 2.23
Anacardiaceae sp. 1	M, 0.15					
Anacardiaceae sp. 2						M, 0.18
Aquifoliaceae						
<i>Ilex</i> sp.						M, 0.36
Araceae						
<i>Anthurium</i> sp.			M, 0.35	M, 0.56	M, 0.37	
Arecaceae						
Arecaceae sp. 1	M, 2.11					
Arecaceae sp. 2		M, 0.19	M, 0.17			
Asteraceae						
<i>Calea</i> sp.			M, 0.17	M, 0.37	M, 0.37	
aff. <i>Eupatorium</i> sp.		M, 0.93	M, 0.52	M, 0.19		
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.			M, 0.17	M, 0.19	M, 0.19	I, 3.24
<i>Verbesina</i> sp.	M, 1.96	M, 0.19				M, 0.18
Asteraceae sp. 1	M, 0.15				M, 0.19	
Bignoniaceae	M, 1.36					
<i>Tabebuia</i> sp.	M, 0.30					
Burseraceae	M, 0.15					
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.		M, 1.86	M, 1.21	M, 0.37	M, 0.37	
Clethraceae						
<i>Clethra</i> sp.		I, 6.49	M, 1.21	M, 1.68	M, 2.04	M, 0.18
Combretaceae						

Taxones	<i>Melipona beecheii</i>			<i>Scaptotrigona mexicana</i>		
	M- 1	M- 2	M-3	M-4	M- 5	M- 6
<i>Combretum</i> sp.		M, 0.19				
Commelinaceae						
<i>Commelina</i> sp.					M, 0.19	
Tipo <i>Commelina</i>			M, 0.17			
Convolvulaceae						
aff. <i>Operculina</i>						M, 0.18
Cf. Dilleniaceae		M, 0.74	M, 0.35	M, 0.37	M, 0.19	
Euphorbiaceae						
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.		M, 0.74	M, 1.56	M, 0.56	M, 1.48	
<i>Sapium</i> sp.			M, 0.17			
Fabaceae						
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.			M, 0.69	M, 0.93	M, 0.37	
<i>Crotalaria</i> sp.		M, 0.56	M, 0.35			
<i>Desmodium</i> sp.		M, 0.37	M, 0.52			
Fabaceae sp. 1		M, 0.74	M, 1.38	M, 0.19	M, 0.74	
Fabaceae sp.						M, 0.36
Fabaceae poliada 1				M, 0.56	M, 0.37	
Fabaceae poliada 2						M, 0.18
<i>Mimosa albida</i> Willd.		M, 0.74	M, 0.52	M, 0.37	M, 1.48	M, 1.44
Papilionoideae		M, 0.19		M, 0.37		
<i>Senna</i> sp. 1				M, 1.31	M, 1.11	
<i>Senna</i> sp. 2				M, 0.37		
Fagaceae						
<i>Quercus</i> sp. 1	M, 0.75	M, 0.19	M, 0.35		M, 0.19	
<i>Quercus</i> sp. 2	M, 1.20					
<i>Quercus</i> sp. 3			M, 0.17			
Juglandaceae						
<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.	M, 0.30					
Malvaceae						
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	M, 1.36	I, 5.94	I, 6.40	I, 3.37	I, 5.37	D, 85.19
<i>Heliocarpus</i> sp.	M, 0.15	I, 6.12	I, 15.22	I, 6.16	I, 7.22	
Melastomataceae						
<i>Miconia</i> sp.	S, 17.32					
Myrtaceae						

Taxones	<i>Melipona beecheii</i>			<i>Scaptotrigona mexicana</i>		
	M- 1	M- 2	M-3	M-4	M- 5	M- 6
<i>Psidium guajava</i> L.	M, 0.15	I, 4.45	M, 1.38	M, 1.49	M, 1.85	M, 2.34
<i>Syzygium</i> sp.	M, 2.86					
Nyctaginaceae	M, 0.15					
Piperaceae						
Piperaceae				I, 9.51	I, 10.00	
<i>Piper</i> sp. 1	D, 46.69					
<i>Piper</i> sp. 2		S, 8.18	I, 14.36	I, 3.73	I, 4.44	M, 0.18
<i>Piper</i>				M, 0.56	M, 1.11	
Rosaceae	M, 0.45	M, 0.19				
Tipo <i>Prunus</i>		M, 0.19	M, 0.17			
Rubiaceae						
<i>Coffea arabica</i> L.						M, 0.18
aff. <i>Exostema mexicanum</i> A. Gray.	M, 0.15					
Rutaceae						
aff. <i>Citrus</i>					M, 0.19	M, 0.18
Salicaceae						
<i>Salix</i> aff. <i>humboldtiana</i> Willd.				M, 0.56	M, 2.41	
<i>Salix</i> sp.		I, 12.99	I, 7.79	I, 8.96	I, 9.26	M, 0.36
<i>Xylosma</i> sp. 1	M, 1.20					
<i>Xylosma</i> sp. 2	I, 12.80	M, 0.74				
Sapindaceae						
<i>Paullinia</i> sp.	M, 0.15	M, 0.19		M, 0.37	M, 0.19	
Scrophulariaceae	I, 7.53					
Smilacaceae						
aff. <i>Smilax</i> sp.			M, 0.17			
Ulmaceae						
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		M, 0.37	M, 0.52	M, 0.37	M, 0.56	
Urticaceae						
<i>Cecropia</i> sp. 1		I, 5.57	I, 12.63	S, 30.41	S, 25.19	
<i>Cecropia</i> sp. 2		I, 5.94	I, 6.40	I, 8.58	I, 5.19	
Tipo <i>Cecropia</i>				M, 0.56	M, 1.67	
Morfotipo 1		M, 0.56	M, 0.17	M, 0.37	M, 0.19	
Morfotipo 2			M, 0.17			
Morfotipo 3			M, 0.17			

Taxones	<i>Melipona beecheii</i>			<i>Scaptotrigona mexicana</i>		
	M- 1	M- 2	M-3	M-4	M- 5	M- 6
Morfotipo 4				M, 0.19		
Morfotipo 5				M, 0.19		
Morfotipo 6				M, 0.19		
Morfotipo 7				M, 0.19		
Morfotipo 8					M, 0.19	
Morfotipo 9						M, 0.18
Número de granos de polen contados por muestra	664	539	578	536	540	555
Tipos polínicos ≥ 10 %	3	2	3	1	2	1

De las muestras analizadas dos resultaron monoflorales una para *Melipona beecheii*, con el 46.69% de *Piper* sp. 1 y otra de *Scaptotrigona mexicana*, con el 85.19% de *Heliocarpus appendiculatus*; el resto de las muestras resultaron multiflorales (Cuadro 1 y 2). Los principales tipos polínicos se observan en la Lámina I.

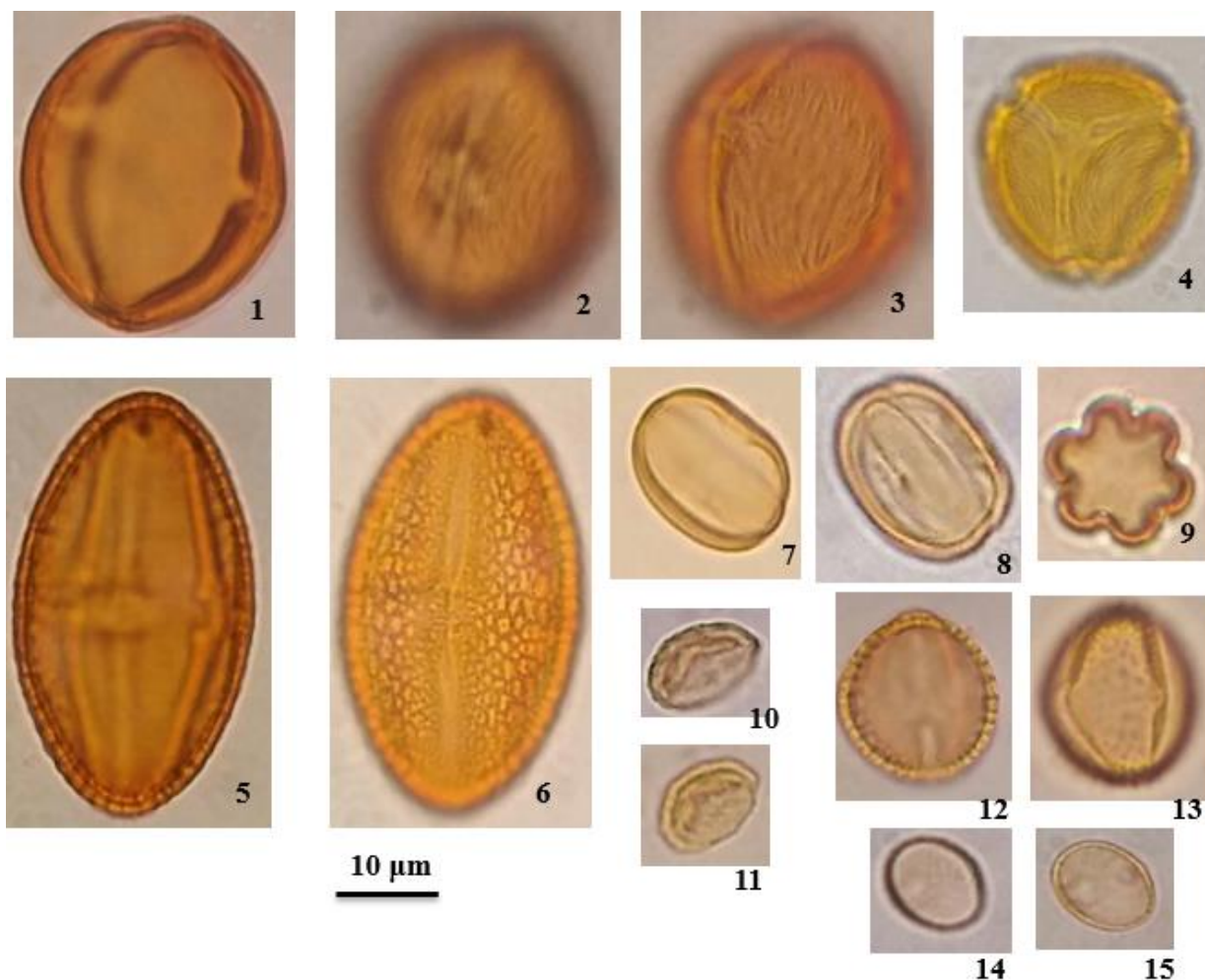


Lámina I. 1-4: *Spondias* sp., Anacardiaceae. 5-6: *Heliocarpus appendiculatus*, Malvaceae. 7-9: *Miconia* sp., Melastomataceae. 10-11: *Piper* sp., Piperaceae. 12-13: *Salix* sp., Salicaceae. 14-15: *Cecropia* sp., Urticaceae.

Cuadro 2. Caracterización botánica de cada muestra de miel de acuerdo con Lieux (1972).

Muestra	Tipo de miel
1(marzo 2019)	Monofloral
2 (agosto 2019)	Multifloral
3 (agosto 2019)	Multifloral
4 (agosto 2019)	Multifloral
5 (agosto 2019)	Multifloral
6 (2013)	Monofloral

La calidad de las mieles en función del número de granos de polen en 10 g de miel, permitió determinar que la muestra de miel 3 de *Melipona beecheii* y las muestras 4 a 6 de *Scaptotrigona mexicana*, corresponden a la clase V de Maurizio (1949) con > 1,000,000 de granos de polen. En las muestras 1 y 2 de *M. beecheii* no se pudo determinar esta característica ya que no se

encontraron esporas de *Lycopodium* en las preparaciones analizadas, por lo que no se pudo realizar el cálculo de la cantidad absoluta de granos de polen en las mieles.

En el Cuadro 3 se registra el número de taxones determinados en las muestras de miel, en las de *Scaptotrigona mexicana* se encontró el índice de diversidad más alto (2.73), así como el menor (0.74). En cuanto al índice de equidad, en las muestras 2 a 5 de las dos especies, se observa un aprovechamiento de las especies vegetales uniforme, mientras que en las muestras 1 y 6 la utilización de recursos es heterogénea (0.56 y 0.25 respectivamente).

Cuadro 3. Número de taxones determinados por muestra, índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') e índice de equidad de Pielou (J').

Análisis estadísticos	<i>Melipona beecheii</i>			<i>Scaptotrigona mexicana</i>		
	Muestra 1 marzo	Muestra 2 agosto	Muestra 3 agosto	Muestra 4 agosto	Muestra 5 agosto	Muestra 6
Número de taxones	25	33	38	39	39	19
Shannon-Weaver (H')	1.81	2.68	2.66	2.63	2.73	0.74
Equidad de Pielou (J')	0.56	0.76	0.73	0.71	0.74	0.25

En el Cuadro 4 se observan las características fisicoquímicas y de color de las muestras analizadas, el porcentaje de humedad es semejante en las mieles y solo la muestra 1 presenta un valor más elevado (26.98). La conductividad eléctrica alcanzó un valor de 0.22 mScm^{-1} en las mieles 1 y 6 y el porcentaje de cenizas en esas mismas muestras fue de 0.0472, valores mayores que en el resto de las mieles analizadas. El pH en las muestras de *M. beecheii* alcanzaron valores de 3.36 a 3.43, superiores a los de *Scaptotrigona mexicana*. En cuanto al color, en el rubro de claridad L^* es mayor a 50 por lo que las mieles son claras, en el color a^* tiene valores menores a 0 por lo que tiende a tonalidades verdosas, excepto la muestra 6 con a^* mayor a 0 presenta colores rojizos; en cuanto a b^* todos los valores son superiores a 0 mostrando tonalidades amarillas.

Cuadro 4. Características fisicoquímicas y de color de las muestras de *Melipona beecheii* (muestras 1 a 3) y *Scaptotrigona mexicana* (muestras 4 a 6) de Teocelo, Veracruz, México. El color se expresa como L^* , luminosidad; a^* y b^* , colorimetría.

Muestra	%Humedad	Conductividad eléctrica (en mScm^{-1})	% de cenizas	pH	Color		
					L^*	a^*	b^*
1	26.98	0.22	0.0472	3.43	85.25	-1.97	52.12
2	25.25	0.15	0.0072	3.39	87.62	-5.10	46.67
3	25.25	0.15	0.0069	3.36	85.74	-4.41	48.86
4	25.50	0.15	0.0061	3.20	87.63	-3.70	46.05
5	25.25	0.15	0.0082	3.34	88.21	-4.22	45.68
6	25.50	0.22	0.0472	3.36	63.62	19.13	80.48

DISCUSIÓN

Análisis melisopalinológico

De acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadro 1) los taxones con mayor representación en cuanto al polen presente en las muestras para *Melipona beecheii* son: *Piper* sp. y *Miconia* sp.; mientras que para *Scaptotrigona mexicana* son: *Heliocarpus appendiculatus* y *Cecropia* sp., estas plantas se observan en la vegetación de la zona. Rodríguez *et al.* (2008) mencionan que la familia Piperaceae fue la más visitada por otras especies de meliponinos en un bosque seco tropical en Venezuela. Castellano-Potenciano, *et al.* (2012) y Martínez-Hernández *et al.* (1994) citado por Castellano-Potenciano *et al.* (2012) encontraron que el género *Piper* es pecoreado por especies como *Apis mellifera*, *Scaptotrigona mexicana* y *Trigona (Tetragonisca) angustula*. López-Roblero, *et al.* (2021) encuentran que *Miconia* es un recurso importante para *M. beecheii* y *S. mexicana* en el sureste de México con porcentajes superiores al 10 % en varias muestras. Respecto al género *Heliocarpus*, este se encuentra en bosques tropicales alterados, así como en bosques mesófilos; florece en la época más seca del año durante tres a cinco meses dependiendo de la especie, produce densas panículas con flores de tamaño reducido y abundante polen y néctar por lo que es un recurso importante para las abejas (Villegas *et al.*, 2000; Lagos Burbano y Benavides Arteaga, 2014). Este taxón es abundante en la zona de estudio y como se observa en el Cuadro 1, está presente en todas las muestras analizadas, pero sólo en una es el tipo polínico dominante la cual corresponde a la muestra 6 de *S. mexicana*. Autores como Fonte *et al.* (2012) señalan una selectividad en el pecoreo de *M. beecheii* por *Bursera simaruba* y *Psidium guajava*, ambas especies también se encuentran en la zona de estudio, pero no fueron importantes para las especies de abejas consideradas. Respecto a *Bursera simaruba* es importante mencionar que en el lugar donde se recolectaron las muestras de miel, esta especie ha sido talada de forma intensiva para la introducción de cafetales, lo cual podría explicar el por qué no es un taxón de gran importancia en las muestras. Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández (2007) encontraron que para *S. mexicana* el polen de *Coffea arabica* es de importancia; sin embargo, en las mieles analizadas solo se encontró en una muestra de *S. mexicana* en muy bajo porcentaje, no obstante que hay una gran cantidad de cafetales en la zona que se encontraban en floración, por lo que su presencia podría deberse al transporte de polen por el viento o al manejo que le da el meliponicultor a las mieles como menciona Yuca-Rivas (2017). Arcila (2007) y Jaramillo (2012) citados por Cepeda-Valencia *et al.* (2014) mencionan que el café es un recurso importante para las abejas, sin embargo, presenta una floración de tres días y sólo el primero es atractivo para estos organismos. Los resultados obtenidos (Cuadro 1) permiten vislumbrar que las abejas sin aguijón visitan un número considerable de taxones. Estas abejas son consideradas como buenos polinizadores, con diferentes tamaños de acuerdo con la especie, por lo que son capaces de polinizar una mayor diversidad de flores con formas y tamaños variados, que además muestran periodos de floración breve (Arnold *et al.*, 2018) y son de importancia nectaro-polinífera (Villegas, 2008).

Respecto a la caracterización botánica de las mieles (Cuadro 2) se encontró que tanto para *M. beecheii* como para *S. mexicana* predominan las mieles multiflorales, en particular en la cosecha de agosto de 2019, con varias especies con porcentajes menores al 10%; resultados semejantes fueron obtenidos por Vit *et al.* (2006) para *M. beecheii*, estos autores determinaron una miel multifloral con gran diversidad de tipos polínicos, pero muchos de ellos con bajas frecuencias relativas. Por el contrario, Espinoza-Toledo, y colaboradores (2018) para las mieles del Soconusco, Chiapas caracterizan como mieles monoflorales las de *M. beecheii* y multiflorales las de *S. mexicana*. En este trabajo solo se caracterizaron dos mieles como monoflorales (Cuadro 2), la muestra 1 de *M. beecheii*, con el polen de *Piper* sp como dominante y la muestra 6 de *S. mexicana*, con el polen de *Heliocarpus appendiculatus* como dominante.

En cuanto a la calidad de la miel, las muestras analizadas corresponden a la categoría V de Maurizio, (1949). En estos casos se sospecha que pudieron incluirse en las muestras celdas de almacenamiento de polen o que las abejas recurrieron a fuentes de polen extremadamente ricas. A diferencia de los panales de *Apis mellifera*, los pots de miel de los meliponinos y los de

polen no difieren significativamente lo que implica que, en algunas ocasiones, según la manera en que se coseche, el contenido de ambos se puede mezclar (Arnold *et al.*, 2018) lo que podría explicar en parte la gran cantidad de polen presente en las muestras.

Respecto a los análisis estadísticos, como se observa en el Cuadro 3, el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') en las mieles analizadas varía de 0.7 a 2.7. La diversidad en las muestras depende del tipo de vegetación y del periodo en el que florecen las plantas. La muestra de marzo corresponde a un periodo seco en donde se tiene un menor número de plantas en floración, de ahí que el índice de diversidad es menor; mientras que las muestras de agosto fueron en un periodo de mayor floración, y es donde los valores de diversidad son mayores. En cuanto a la forma de utilización de los recursos (Índice de Pielou) en el Cuadro 3 se observa que las muestras uno y seis tienen los valores más bajos, lo que indica que al haber menor disponibilidad de plantas que ofrecen polen y néctar las abejas utilizan principalmente uno de esos taxones, por el contrario, al tener más plantas disponibles se realiza un pecoreo más homogéneo, de ahí que en el resto de las muestras no hay un taxón dominante. Los meliponinos forrajea en un intervalo de vuelo corto alrededor de su nido siendo por lo general de 100 m (Lindauer y Kerr, 1960; Kerr y Esch, 1965; Oliveira, 1973; Ramalho *et al.* (1985) citados por Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández, 2007). por lo que las abejas aprovechan las plantas a las que pueden acceder fácilmente y que les proporcionan el polen y/o néctar que requieren.

Análisis fisicoquímico y de color

Humedad

La humedad de la miel es un parámetro que varía por diferentes factores como son la humedad original del néctar, la zona geográfica de donde proceden las mieles, las prácticas de extracción, entre otros (Díaz, 2003 citado por Victoriano, 2019). Las muestras de *M. beecheii* y *S. mexicana* presentaron un porcentaje de humedad superior al 25%, al comparar los valores obtenidos en este trabajo con los establecidos en la Norma Mexicana para la miel de Abeja (NMX-F-036-981) y el Codex Alimentarius (CODEX STAN 12-1981) se encontró que sobrepasan los límites permitidos por ambas normas, las cuales señalan como máximo 20 % de humedad para mieles de *Apis mellifera*. Sin embargo, al contrastar los resultados obtenidos con los de otros autores que analizan mieles de meliponinos, se encuentra que Fonte *et al.* (2013), para *M. beecheii* determinó una humedad de 24 %, valor cercano a los registrados en el presente trabajo para la miel de esta especie. Vit (2009), encontró para *Scaptotrigona* sp. 20.1% de humedad, porcentaje menor a los encontrados para *S. mexicana* en este estudio. Vit *et al.* (2004) proponen para mieles de abejas sin aguijón un máximo de 30 % de humedad, por lo que los valores obtenidos para las mieles de Teocelo, Veracruz, estarían dentro de los propuestos por dichos autores. Se ha encontrado que las mieles de meliponinos en general tienen un porcentaje mayor de humedad que las mieles de *Apis mellifera*, de ahí que la miel de las abejas sin aguijón es más líquida y menos viscosa, propiciando una rápida fermentación causada por levaduras osmotolerantes, dándole un sabor amargo (Castro, 2015 citado por Victoriano, 2019).

Conductividad eléctrica y porcentaje de cenizas

La conductividad eléctrica y el porcentaje de cenizas son dos parámetros muy relacionados que están en función de los minerales presentes en la miel, que ayudan a conocer tanto el origen floral como el origen geográfico de ellas (Gamboa, 2014 citado por Victoriano, 2019). Como se observa en el Cuadro 4, el contenido de cenizas en las muestras de miel oscila entre 0.0061 a 0.00472, mientras que la conductividad eléctrica varió de 0.150 a 0.222; al analizar estos datos podemos apreciar que las mieles monoflorales (uno y seis) tienen los valores más altos en cenizas y en conductividad eléctrica, aun cuando fueron colectadas por diferentes especies; en cambio, las mieles multiflorales tienen registros bajos de cenizas que se relacionan también con la baja conductividad encontrada.

Al comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo con el de otros autores se observa que la cantidad de cenizas es menor a la reportada para mieles de meliponinos en otras localidades (Dardón y Enríquez, 2008; Vit, 2009). Sólo se encontraron coincidencias con el

dato que da Alarcón e Ibañez (2008) citado en Victoriano (2019) para *Melipona beecheii* de 0.0467 y el que señalan Vit *et al.* (2006) de 0.02 para una miel de Guatemala de la misma especie. Sin embargo, cabe hacer notar que los registros de porcentaje de ceniza obtenidos en esta investigación están dentro de los límites que marcan Vit *et al.* (2004) para *Melipona* y *Scaptotrigona* de 0.5 g/100 g como límite máximo para este parámetro. El porcentaje de cenizas también se encuentra en los valores permitidos por el *Codex Alimentarius* para miel de *Apis mellifera* (Vit *et al.*, 2004).

Entre los autores que determinaron la conductividad eléctrica, Grajales-Conesa *et al.* (2018) determinaron valores altos para mieles de *M. beecheii* (0.5 a 0.66 mS cm⁻¹) y *Scaptotrigona mexicana* (0.47 a 0.76 mS cm⁻¹) para la región del Soconusco, Chiapas; para esta misma región Espinoza-Toledo, *et al.* (2018) obtuvieron valores mayores para mieles de *M. beecheii* (114 y 141 mS/cm) y de *S. mexicana* (372 a 1211 mS/cm), a diferencia de los de este estudio (Cuadro 4) que presentaron entre 0.15 y 0.22 mS/cm para ambas especies. Estos valores son similares a los resultados obtenidos por Martínez (2016), para *M. beecheii* de 0.20 y 0.23 mS/cm y para *S. mexicana* de 0.285 mS/cm, en la Cuenca del Balsas, Michoacán. Se requieren más estudios de este tipo en diferentes estados del país que permitan diferenciar regiones con base a este parámetro y relacionarlo con el origen botánico de las mieles.

pH

El pH es una característica importante en el proceso de extracción y almacenamiento, que ayuda a controlar el desarrollo de microorganismos, además de modificar características físicas, textura y viscosidad de las mieles (Correa, 2015 citado por Victoriano, 2019). Este parámetro varía en función de los ácidos presentes en las mieles como el glucónico, acético, butírico, láctico, entre otros (Rodríguez, 2014 citado por Victoriano, 2019), además del contenido de cenizas presentes. Los valores de pH en las muestras analizadas variaron entre 3.20 a 3.43 (Cuadro 4). El registro menor lo presenta una miel de *S. mexicana*, que también coincide con el valor menor de cenizas; mientras que el valor mayor corresponde a una muestra de *M. beecheii* y coincide con uno de los registros más altos de % de cenizas. Resultados semejantes los encontraron, en mieles del Soconusco, Chiapas, Grajales-Conesa *et al.* (2018) que en muestras de *S. mexicana* reportan pH de 3.65 a 4.05 y para las de *M. beecheii* de 3.64 a 4.50, aunque en ambas especies los valores son mayores a los determinados en este estudio. Por el contrario, para la misma región, Espinoza-Toledo *et al.* (2018) para las mieles de *S. mexicana* señalan un pH mayor (3.5 a 4.86) y para las de *M. beecheii* números menores (2.81 y 3.27). En el análisis de mieles de Guatemala, Dardón y Enríquez (2008) presentan resultados semejantes a los anteriores, en la miel de *S. mexicana* registraron un pH de 4.04 y para la de *M. beecheii* de 3.67. En particular para la miel de *M. beecheii* Mendieta Carrillo (2002), en Honduras, señala un valor de pH de 3.37, semejante a los obtenidos en este trabajo para la misma especie, a diferencia de Fonte *et al.* (2013) y Vit *et al.* (2006) que mencionan datos mayores de pH (3.6 y 4.07 respectivamente). Como se puede ver, los valores de pH obtenidos para las mieles de *M. beecheii* y *S. mexicana* por los diferentes autores de diferentes regiones de México y de otros países no muestran marcadas diferencias.

Color

El color de las mieles está relacionado con el origen botánico, siendo de gran relevancia la composición del néctar que liban las abejas; sin embargo, esta característica puede verse modificada por el proceso de obtención de la miel, la temperatura, así como por el tiempo de almacenamiento (Missio *et al.*, 2016 citado por Martínez, 2020). El color de la miel puede presentar variaciones que van desde tonos blancos hasta pardos oscuros, existen mieles rojizas, amarillentas o verdosas, predominando los tonos castaños claros o ambarinos (Marroquín, 2012 citado por Victoriano, 2019). Como se observa en el Cuadro 4, los resultados obtenidos permiten ubicar a las mieles analizadas por su luminosidad (L*) como mieles claras ya que los valores obtenidos son superiores a 50, en particular la muestra 5 de *Scaptotrigona mexicana* es la más clara (88.21). En cuanto a los valores de a* y b* que indican la colorimetría dada por pigmentos como las antocianinas, carotenoides y xantofilas; en el caso de a* las muestras 1 a la

5 tienden al verde pues muestran valores negativos y sólo la muestra 6 tiende al rojo ya que registra un valor superior a 0. En particular la muestra 6 tiene un valor muy superior al de las muestras restantes, esta miel fue la que tuvo menos tipos polínicos y como dominante a *Heliocarpus appendiculatus*. De acuerdo con (Szabó *et al.* (2016) el contenido de polen influye directamente en la coloración de la miel por lo que probablemente sea *H. appendiculatus* el responsable del color de esta. En cuanto a los resultados de b^* al ser mayores a 0 tienden a tonalidades amarillas, nuevamente es la muestra número 6 la que presenta el dato más alto (80.48). Los resultados obtenidos permiten determinar que las mieles analizadas son de origen floral, pues la coloración está dada por compuestos como polifenoles, flavonoides, aminoácidos y el contenido mineral presente en las plantas (Szabó *et al.*, 2016). Aunque el color es un parámetro importante para la caracterización de las mieles y de forma indirecta señalar su origen floral, no se registra en todos los trabajos como ocurre con el de Mendieta (2002); Dardón y Enríquez (2008); Marroquín (2012); Cahuich *et al.* (2015). En algunos estudios en donde se menciona Rodríguez (2014) (citada en Victoriano, 2019) se calcula con otra escala (Pfund); sin embargo, también concluyen que la miel de *M. beecheii* es muy clara.

CONCLUSIONES

El análisis polínico muestra la gran diversidad de recursos florales utilizados por *Melipona beecheii* y *Scaptotrigona mexicana*, tanto por polen como por néctar, siendo los más importantes *Spondias* sp. (Anacardiaceae), *Heliocarpus appendiculatus* (Malvaceae), *Piper* sp. (Piperaceae) y *Salix* sp. (Salicaceae). En marzo se tienen mieles monoflorales, mientras que en agosto son multiflorales, lo que se relaciona con la disponibilidad de recursos vegetales. Algunas de las características fisicoquímicas de las muestras de Teocelo no se ajustan a las señalados por la Norma Mexicana para la Miel de Abeja y el Codex Alimentarius para mieles de *Apis mellifera*; sin embargo, si corresponden a los encontrados por otros autores y las normas propuestas para los meliponinos. El color de las mieles es influenciado por los recursos vegetales utilizados por las abejas. Es necesario realizar estándares propios para las mieles de meliponinos lo cual permitirá darles un valor agregado a estas y por ende beneficiar a los meliponicultores para un comercio de tipo local o regional.

LITERATURA CITADA

- Alarcón Sorto, R. C., & Ibañez Salazar, L. C. (2008). Determinación de las características fisicoquímicas de la miel producida por las especies de abejas sin aguijón: *Melipona beecheii* (Jicota) y *Tetragonisca angustula* (Chumelo) de Meliponicultores de la zona norte del Departamento de Chalatenango. (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Arcila, J. (2007). Crecimiento y desarrollo de la planta de café. En H. F. Ospina, & S. M. Marín, *Sistemas de producción de café en Colombia* (págs. 21-60). Cenicafe: Chinchiná.
- Arnold, N., Zepeda, R., Vásquez Dávila, M. A., & Aldasoro Maya, E. M. (2018). *Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México. Con catálogo de especies*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Ayala, R. (2010). Abejas nativas de México. La importancia de su conservación. *Ciencia y Desarrollo*, 8-13.
- Biluca, F. C., Santos de Gois, J., Schulz, M., Braghini, F., Valdemiro Gonzaga, L., França Maltez, H., Fett, R. (2017). Phenolic compounds, antioxidant capacity and bioaccessibility of minerals of stingless bee honey (Meliponinae). *Journal of Food Composition and Analysis*(63), 89-97.
- Bonet Ferrer, M. E. (2016). Biodiversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la flora acompañante en un cafetal con manejo rústico y ecológico de la región subcaribeña

- (México, Mesoamérica) (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Madrid. España.
- Cahuich Kumul, R., Ruiz Ruiz, J. C., Ortiz Vázquez, E., & Segura Campos, M. R. (2015). Potencial antioxidante de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud: una revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1432-1442.
- Castellano-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.
- Castro Cruz, E. M. (2015). Evaluación de indicadores para la diferenciación de mieles provenientes de la zona cafetera de la sierra nevada de Santa Marta. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Cepeda-Valencia, J., Gómez, D., & Nicholls, C. (2014). La estructura importa: abejas visitantes del café y estructura agroecológica principal (EAP) en cafetales. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 241-250.
- Dardón, M. J., & Enríquez, E. (2008). Caracterización fisicoquímica y antimicrobiana de la miel de nueve especies de abejas sin aguijón (Meliponini) de Guatemala. *Interciencia*, 33(12), 916-922.
- Díaz Caamaño, C. A. (2003). Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellifera* L.), etiquetadas como "miel de ulmo" (*Eucryphia cordifolia* Cav.). Tesis Licenciado en Agronomía. Escuela de Agronomía. Universidad Austral de Chile.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54(4), 561-564.
- Espinoza-Toledo, C., Vázquez-Ovano, A., Torres de los Santos, R., López-García, A., Albores-Flores, V., & Grajales-Conesa, J. (2018). Stringless bee honeys from Soconusco, Chiapas: a complementary approach. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1536-1546.
- Flores, F. F., & Sánchez, A. C. (2010). Primeros resultados de la caracterización botánica de mieles producidas por *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae) en Los Naranjos, Salta, Argentina. *Boletín de la Sociedad Botánica de Argentina*, 45(1-2), 81-91.
- Fonte, L., Díaz, M., Machado, R., Demedio, J., García, A., & Blanco, D. (2013). Caracterización físico-química y organoléptica de miel de *Melipona beecheii* obtenida en sistemas agroforestales. *Pastos y Forrajes*, 36(3), 345-349.
- Fonte, L., Milera, M., Demedio, J., & Blanco, D. (2012). Selectividad de pecoreo de la abeja sin aguijón *Melipona beecheii* Bennett en la EEPF "Indio Hatuey", Matanzas. 35(3), 333-342.
- Gamboa Abril, M. V. (2014). Estudio e identificación de características de composición y bioactividad propias de miel de mielato de *Apis mellifera*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Grajales-Conesa, J., Vandame, R., Santiesteban-Hernández, A., López-García, A., & Guzmán-Díaz, M. (2018). Propiedades fisicoquímicas y antibacterianas de mieles de abejas sin aguijón del sur de Chiapas, México. *IBCIENCIAS*, 1(1), 1-7.
- Gutiérrez, M. G., Enríquez, E., Lusco, L., Rodríguez, A., Persano, L., & Vit, P. (2008). Caracterización de mieles de *Melipona beecheii* y *Melipona solani* de Guatemala. *Revista de la Facultad de Farmacia*, 50(1), 2-6.
- Huang, T. (1972). *Pollen flora of Taiwan*. National Taiwan University, Botany Dept. Press.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. (s.f.). Teocelo, Veracruz de Ignacio de la Llave. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/>
- Jaramillo Delgado, A. (2012). Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café (*Coffea Arabica*: Rubiaceae) en tres sistemas de producción en el departamento de Antioquia. Tesis Magister en entomología. Universidad Nacional sede Medellín.
- Kapp, R. (1969). *How to know pollen and spores*. Dubuque, Iowa, United States of America: WM. C. Brown Company Publishers.
- Kerr, W. E., & Esch, H. (1965). Comunicação entre as abelhas sociais brasileiras e sua contribuição para o entendimento da sua evolução. *Cienc. Cult.* 17(4), 529-538.

- Lagos Burbano, T. C., & Benavides Arteaga, K. E. (2014). Biología reproductiva del balso blanco (*Heliocarpus americanus* L.). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 18(2), 28-44.
- Lieux, M. H. (1972). A melissopalynological study of 54 Louisiana (U.S.A.) honeys. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 13(2), 95-124.
- Lindauer, M., & Kerr, E. (1960). Communication between the workers of stingless bees. *Bee World*(41), 29-41.
- López-Roblero, E., Espinoza-Toledo, C., López-García, J. A., Grajales-Conesa, J., & Quiroz-García, D. L. (2021). Floral resources collected by four native bees species in southern Mexico. *Grana*, 60(1), 57-68.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59(4), 139-157.
- Marroquín Navarro, T. A. (2012). Características biológicas de las abejas sin aguijón de las provincias de Chanchamayo y Satipo de la región- Junín. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro de Perú, Huancayo, Perú.
- Martínez López, J. D. (2016). Determinación por métodos analíticos de la calidad de la miel de abejas nativas sin aguijón (Apidae:Meliponini) en la Cuenca del Balsas, Michoacán, México. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Martínez-Hernández, E., Cuadriello-Aguilar, J. I., Ramírez-Arriaga, E., Medina-Camacho, M., Sosa-Nájera, M. S., & Melchor-Sánchez, J. E. (1994). Foraging of *Nannotrigona testaceicornis*, *Trigona* (Tetragonisca) *angustula*, *Scaptotrigona mexicana* and *Plebeia* sp. in Tacaná region, Chiapas, Mexico. *Grana*(33), 205-217.
- Maurizio, A. (1949). Pollenanalytische Untersuchungen an Honing und Pollenhöshen. . *Beih. Schweiz. Bienen Zeit.*, 2(18), 320-445.
- Mendieta Carrillo, J. R. (2002). Comparación de la composición química de la miel de tres especies de abejas (*Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*) de El Paraíso, Honduras. (Tesis de Licenciatura) Zamorano, Honduras.
- Missio, P., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Oliveira, A. C., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*(196), 309-323.
- Oliveira, M. C. (1973). Algumas observações sobre a atividade externa de *Plebeia saiqui* e *Plebeia droryana* (Hymenoptera, Meliponinae), MSc Thesis, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 79 pp.
- Palacios, R., Ludlow, B., & Villanueva, R. (1991). *Flora palinológica de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Chetumal, Quintana Roo, México: Centro de Investigaciones de Quintana Roo.
- Quezada-Euán, J. J. (2005). *Biología y uso de las abejas nativas sin aguijón de la península de Yucatán, México (Hymenoptera: meliponini)*. Mérida, Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Ramalho, M., Imperatriz Fonseca, V. L., Kleinert-Giovannini, A., & Cortopassi-Laurino, M. (1985). Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). *Apidologie*, 16(3), 307-330.
- Ramírez-Arriaga, E., & Martínez-Hernández, E. (2007). Melitopalynological Characterization of *Scaptotrigona mexicana* Guérin (Apidae: Meliponini) and *Apis mellifera* L. (Apidae: Apini) Honey Samples in Northern on Puebla State, Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 80(4), 377 - 391.
- Reyes-González, A. (2011). Conocimiento local y prácticas de manejo de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en el municipio de Nocupétaro, Michoacán: Aportes desde la etnoecología para su conservación y manejo sustentable. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán, México. doi:10.13140/2.1.1193.2966
- Rodríguez Suazo, G. E. (2014). Caracterización física, química y microbiológica de la miel de *Melipona beecheii*. (Tesis de licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Rodríguez, S., Manrique, A., & Velásquez, M. (2008). Diversidad de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera:Apidae:Meliponina) en bosque seco tropical en Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 26(4), 523-530.

Recibido:
1/marzo/2022

Aceptado:
13/julio/2022

- Roubik, D., & Moreno, J. (1991). Pollen and Spores of Barro Colorado Island. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*(36), 1-268.
- Stockmarr, J. (1971). Tablet with spores used in absolute pollen analysis. *13*(4), 615-621.
- Szabó, R., Mézes, M., Szalai, T., Zajác, E., & Weber, M. (2016). Colour identification of honey and methodical development of its instrumental measuring. *Columella Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3(1), 29-36.
- Victoriano, R. N. (2019). Revisión bibliográfica de las características microbiológicas, físicas y químicas de la miel del género *Melipona* que apoyan su uso medicinal en México. (Tesis de licenciatura). Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.
- Villanueva Gutiérrez, R. (2005). Subproyecto Néctar: En: Pozo de la Tijera, M del C y S. Calmé. (2005). Uso y monitoreo de los recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano (áreas focales Xpujil-Zoh Laguna y Carrillo Puerto). El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Informe final Subproyecto Néctar SNIB-CONABIO BJ002. México D. F.
- Villegas Durán, G., Bolaños Medina, A., Miranda Sánchez, J. A., & Zenón Abarca, A. J. (2000). Flora nectarífera y polínifera del Estado de Chiapas. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.
- Villegas, D. (2008). Plantas de importancia apícola registradas en México. (Tesina): Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. D.F. México.
- Vit, P. (2009). Caracterización fisicoquímica de mieles de abejas sin aguijón (meliponini) de Venezuela. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 40(2), 7-12.
- Vit, P., Enriquez, E., Barth, M., Matsuda, A., & Almeida, L. (2006). Necesidad del control de calidad de la miel de abejas sin aguijón. *MedULA, Revista de Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes*, 15(2), 89-95.
- Vit, P., González, I., Sorroza, L., & Pedro, S. R. (2016). Caracterización fisicoquímica de miel de angelita *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) producida en Esmeraldas, Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 77-84.
- Vit, P., Gutiérrez, M. G., Rodríguez-Malaver, A. J., Aguilera, G., Fernández-Díaz, C., & Tricio, A. E. (2009). Comparación de mieles producidas por la abeja yateí (*Tetragonisca fiebrigi*) en Argentina y Paraguay. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 43(2), 219-226.
- Vit, P., Medina, M., & Enríquez, M. E. (2004). Quality standarts for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World*, 85(1), 2-5.
- Yuca-Rivas, R. (2017). Espectro polínico producido de la miel producida en Cuyo Grande (Valle Sagrado de los Incas, Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 16(1), 31-38.