

CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA DE MIEL DE ABEJA (*Apis mellifera* L.) DE CUATRO REGIONES DEL ESTADO DE TABASCO, MEXICO, MEDIANTE TÉCNICAS MELISOPALINOLÓGICAS

Botanical characterisation of honey (*Apis mellifera* L.) from four regions of the state of Tabasco, Mexico, by means of melisopalynological techniques

Claudia Ivette Córdova-Córdova, Elia Ramírez-Arriaga, Enrique Martínez-Hernández, Juan Manuel Zaldívar-Cruz ✉

(CICC) (JMZC) Postgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 86500 zaldivar@colpos.mx.

(ERA) (EMH) Laboratorio de Palinología. Departamento de Paleontología. Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Artículo recibido: 23 de noviembre de 2009, **aceptado:** 08 de abril de 2013

RESUMEN. Un total de 12 mieles fueron colectadas durante los ciclos de cosecha 2006-2007 en los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Paraíso (región de La Chontalpa), Centla (región de los Pantanos) y Tacotalpa (región de La Sierra), del estado de Tabasco, con el objetivo de caracterizarlas botánicamente. Para la caracterización de las mieles se emplearon técnicas melisopalínológicas (análisis del polen) y técnicas fisicoquímicas (pH, cenizas y conductividad eléctrica). Los análisis fisicoquímicos no mostraron diferencias entre las muestras de miel, por lo que no pudieron ser útiles para su clasificación, mientras que la caracterización palinológica permitió identificar tres mieles monoflorales de *Cocos nucifera* (Centla), *Mimosa orthocarpa* var. *berlandieri* (Paraíso) y *Psidium* sp. (Tacotalpa), siete mieles poliflorales y dos mieles biflorales de *Acalypha* sp. / *Bursera simaruba* (Tacotalpa) y *Gramineae* / *Celtis* sp. (Centla). Estos resultados muestran que en un mismo apiario se pueden cosechar dos diferentes tipos de miel según la temporada de floración. En general, en Tabasco se producen diferentes tipos de miel dependiendo de la región geográfica, aún cuando dicho estado no destaca en volumen de producción de miel, se comprobó que si podría competir a nivel comercial en la producción de mieles monoflorales que son apreciadas principalmente en la Unión Europea.

Palabras clave: caracterización de miel, *Apis mellifera*, Tabasco, melisopalínología, monofloral, bifloral y multifloral.

ABSTRACT. A total of 12 honey samples were collected for botanical characterisation during the 2006-2007 harvest cycle from the municipalities of Huimanguillo, Cárdenas, Paraíso (Chontalpa region), Centla (Wetlands region) and Tacotalpa (Sierra region) in the state of Tabasco. Melisopalynological (pollen analysis) and physicochemical (pH, ash and electrical conductivity) techniques were used to characterise the honey samples. The physicochemical analyses showed no differences among the honey samples, for which reason they were not useful. In contrast, the palynological characterisation made it possible to identify three unifloral honey samples of *Cocos nucifera* (Centla), *Mimosa orthocarpa* var. *berlandieri* (Paraíso) and *Psidium* sp (Tacotalpa), seven multifloral honey samples and two bifloral honey samples of *Acalypha* sp / *Bursera simaruba* (Tacotalpa) and *Gramineae* / *Celtis* sp (Centla). The results indicate that, according to the blooming season, it is possible to harvest two different types of honey in one apiary. Tabasco in general produces different types of honey in different geographic regions and, although the state has a low production of honey, it was proved that it may compete commercially in the production of unifloral honey that is well received, particularly in the European Union

Key words: honey characterisation, *Apis mellifera*, Tabasco, melisopalynology, unifloral, bifloral, multifloral.

INTRODUCCIÓN

La miel es una sustancia dulce natural producida por las abejas a partir del néctar de las flores ó de otras partes vivas de la planta (Díaz-Forestier et al. 2008) y de las secreciones de insectos, que las abejas recogen, transforman, combinan con sustancias específicas propias y almacenan en panales; de los cuales se extrae el producto sin ninguna adición de otras sustancias (Saíenz-Laín & Gómez-Ferreras 2000). La composición y las propiedades de la miel dependen del origen botánico del néctar o de las secreciones utilizadas por las abejas (Norma Mexicana NMX-F-036-1997; Tellería & Forcone 2000).

Según el sedimento presente en las mieles, ésta puede ser de dos tipos: a) miel de néctar de flores donde domina el polen de plantas nectaríferas y b) miel de mielada o miel de bosque, que procede principalmente de secreciones o exudaciones de otras partes vivas de las plantas o de los exudados de insectos que están presentes sobre de ellas (La Serna et al. 1999). Las mieles de néctar o de flores se clasifican según la principal fuente donde las abejas recolectan el néctar (Díaz-Forestier et al. 2008). Dentro de este tipo de mieles se pueden diferenciar las monoflorales o uniflorales y las multiflorales, multifloras, milflores, milflorales o poliflorales. Esta clasificación se basa en tres criterios, que son: origen botánico de la miel, características melisopolinológicas y grado de comercialización (Saíenz-Laín & Gómez-Ferreras 2000). La proporción del polen en la miel está directamente relacionada con el tipo de vegetación, y el periodo de floración de las plantas. Aunque las abejas trabajan solamente en una clase de planta a la vez, es muy probable que se encuentre néctar de varios tipos de plantas en la mayoría de las mieles (Dadant 1975). Para determinar si una miel es monofloral o unifloral, el tipo de polen que la caracteriza debe estar presente en el sedimento en un 45 %, salvo algunas excepciones, en las cuales la miel provenga de plantas cuyas flores son pobres en polen, como en algunos casos de cítricos o que posean una particular biología floral (como es el caso de la alfalfa), o bien son muy ricas en polen y el porcentaje mínimo para determinar una miel como monofloral puede ser superior al 70 % por ejem-

plo en el caso de las mieles de Eucalyptus (Loveaux et al. 1978). Recientemente, las mieles multiflorales han sido subdivididas en oligoflorales, cuando domina el polen de una familia botánica, biflorales cuando se presentan solo dos taxa importantes, y las multiflorales propiamente dichas cuando tres o más taxa se presentan con porcentajes $\geq 10\%$ (Ramírez-Arriaga et al. 2011). Las mieles multiflorales o poliflorales son aquellas que, procediendo del néctar de diversas especies vegetales, no predomina ninguna forma polínica sobre las demás, como sucede en las monoflorales (Saíenz-Laín & Gómez-Ferreras 2000).

Las mieles presentan una gran variabilidad en cuanto a color, aroma, sabor, humedad, hidroximetilfurfural, enzimas, etc., características que le confieren parámetros de identidad a cada una, y de acuerdo a ellas son apreciadas en mayor o menor grado por los consumidores (Sanz & Sanz 1994). La variabilidad de estas características depende del material vegetal del cual las abejas han extraído el néctar para elaborar su miel y en consecuencia, también de la región geográfica en que se encuentra ubicado el apiario; de allí que para caracterizar una miel, los análisis físico-químicos y organolépticos deben estar estrechamente relacionados con el origen botánico de la misma (Díaz & Fernández 1998).

México es el tercer productor de miel a nivel mundial siendo los principales compradores Estados Unidos y países de la Unión Europea como Alemania (SIAP 2010). Los métodos melisopolinológicos han sido de gran ayuda para determinar el origen botánico y geográfico de las mieles, ya que de esta forma es posible observar que tipo de polen está presente en la miel y relacionarlo con la flora que se encuentra alrededor del apiario. Entre los estudios melisopolinológicos realizados en México, destacan los de Ramírez-Arriaga (1989), quien analizó los recursos explotados por *Plebeia sp.* en la región del Soconusco, Chiapas en dos zonas diferentes, reportando 22 y 26 especies de importancia para cada una de las zonas; también los de Acosta-Castellanos & Palacios-Chávez (2001) quienes a partir de dos muestras de miel y cargas de polen de dos apiarios durante un ciclo anual, determinaron las plantas de interés apícola en la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca. Por

otro lado, Villanueva (2002), identificó las plantas poliníferas y las estrategias de Pecoreo de *A. mellifera* L. en la península de Yucatán; mientras que Piedras-Gutiérrez & Quiroz-García (2007) citaron cuatro especies como importantes en dos mieles de la porción Sur del Valle de México; Ramírez-Arriaga & Martínez-Hernández (2007) mencionan nueve especies botánicas de importancia en la Sierra Norte de Puebla para *A. mellifera* L. y *Scaptotrigona mexicana* Guérin. Otros estudios son los realizados por Quiroz-García & Arreguín-Sánchez (2008) que señalan siete especies melíferas pertenecientes a cuatro familias en el estado de Morelos. También destacan los realizados en la península de Yucatán por Villanueva-Gutiérrez et al. (2009), reportando 16 taxas en mieles monoflorales de importancia y los trabajos de Ramírez-Arriaga et al. (2011) de mieles colectadas en la costa de Oaxaca, que fueron caracterizadas como monoflorales, biflorales, oligoflorales y poliflorales recuperando 64 taxa con porcentajes mayores al 1 % y el trabajo de Castellanos-Potenciano et al. (2012) realizado con mieles maduras de 4 zonas del estado de Tabasco.

El estado de Tabasco posee una amplia diversidad botánica con potencial apícola, y aunque no destaca como uno de los principales estados productores de mieles a nivel nacional, existen solo dos trabajos realizados sobre la caracterización botánica de las mismas (Cárdenas-Chávez, 1985; Castellanos-Potenciano et al. 2012), ya que la mayoría de las investigaciones se han centrado en las propiedades fisicoquímicas y el perfil de aromas de mieles maduras (Viuda-Martos et al. 2010), la actividad antioxidante de las mieles cosechadas (Ruiz-Navajas et al. 2011), por lo que el objetivo del estudio fue caracterizar botánicamente mediante el análisis melisopalinológico mieles de cuatro municipios correspondientes a las regiones Chontalpa, Pantanos y Sierra del estado de Tabasco, asimismo se complementan estos estudios con análisis fisicoquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Delimitación del área de estudio

El trabajo se desarrolló en los municipios de

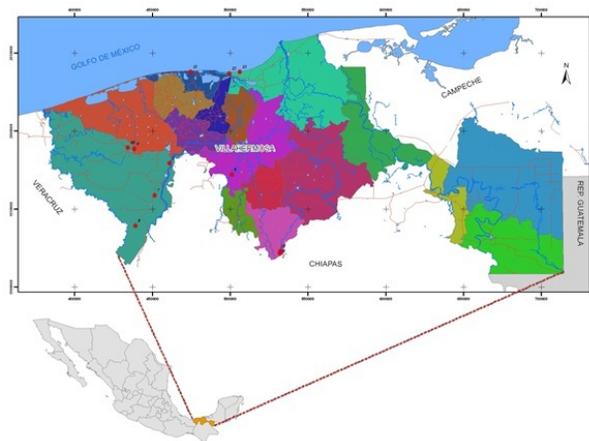


Figura 1. Localidades donde fueron colectadas las muestras de miel en cinco municipios del estado de Tabasco, México.

Figure 1. Localities in five municipalities of the state of Tabasco, Mexico, where honey samples were collected.

Huimanguillo, Cárdenas y Paraíso, pertenecientes a la Región de La Chontalpa; Centla en la Región de los Pantanos y Tacotalpa en la Región de La Sierra, todos pertenecientes al estado de Tabasco, que se localiza en el sureste de la República Mexicana, entre los paralelos 17° 15' y 18° 39' de latitud norte, y los 91° 00' y 94° 17' de longitud oeste (Figura 1). En esas regiones predominan los siguientes tipos de clima: a) cálido húmedo, con lluvias todo el año, este se registra en las regiones montañosas del Estado, siendo el más húmedo; b) cálido húmedo con abundante lluvias de Monzón, este se registra en las llanuras costeras del Golfo Sur durante el verano, cuando las lluvias incrementan el nivel de los ríos, y c) cálido húmedo con lluvias en Verano, este se registra en las pequeñas partes de los municipio que colindan con los límites del Estado de Campeche. La temperatura media anual oscila alrededor de 26.4 °C y la precipitación media anual es de 2,406 mm (García 2004).

Georreferenciación de los sitios de muestreos

Los apiarios donde se colectaron las muestras de miel y flores, fueron georreferenciados con un GPS marca GARMIN, tomando los datos de altitud, latitud y ubicación. Posteriormente estos datos sirvieron para la obtención de un mapa polínico del Estado de Tabasco mediante el programa ArcView 10 (Figura 1).

Identificación taxonómica de flora melífera tropical del estado de Tabasco

Para la elaboración de la colección de referencia, se obtuvieron muestras de plantas, reportadas por los apicultores como flora melífera. En algunos casos se obtuvieron muestras completas de flores en un radio de 300 metros, se fotografiaron y colocaron los ejemplares en una prensa, se etiquetaron las muestras con los datos correspondientes tales como localidad, fecha, hora, nombre común de la especie, y nombre del colector. Se hizo la identificación taxonómica por comparación en el herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). De igual manera se hizo colecta de material herborizado del mismo herbario de las plantas melíferas de las cuales no estaban en floración en la fecha cuando se llevó a cabo el muestreo. Se extrajeron las flores de las plantas colectadas una vez herborizadas y se separaron las anteras, que fueron sometidas a la técnica de acetólisis (Erdtman, 1960) para obtener preparaciones permanentes que fueron incorporadas a la Palinoteca de Referencia del Instituto de Geología de la UNAM.

Colecta de muestras

Se colectaron 12 muestras de miel de *A. mellifera*, de dos temporadas (verano y otoño) de cosecha, pertenecientes a los años 2006-2007, las localidades se especifican en la Tabla 1. Las mieles se cosecharon directamente con los apicultores en cinco municipios, de tres regiones diferentes del estado de Tabasco (Figura 1) y se almacenaron a temperatura ambiente hasta antes de su análisis. Se clasificaron según lo indicado por el productor y se les asignó una clave, posteriormente se registraron en la Palinoteca del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IGLUNAM).

Preparación de las Muestras

Todas las muestras fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio de Palinología del Instituto de Geología de la UNAM (IGLUNAM). Se determinó el contenido polínico de las muestras de miel, la técnica convencional de Louveaux et al. (1978)

se modificó, utilizando 40 g de miel en 250 mL de agua destilada. Los granos de polen contenidos en la miel fueron concentrados por centrifugación, se agregó una pastilla de esporas marcadoras de *Lycopodium clavatum* por muestra, luego se procedió a la acetólisis siguiendo el método de Erdtman (1960). Posteriormente, se elaboraron cuatro laminillas permanentes con gelatina glicerizada por muestra, las cuales fueron registradas e incorporadas a la colección palinológica del IGLUNAM.

Análisis melisopalinológicos de las muestras

La descripción e identificación de los granos de polen se realizó con un microscopio óptico Carl-Zeiss AxioLab y el objetivo 100X. La identificación de los granos de polen a diferentes niveles taxonómicos se realizó por comparación, con la ayuda de claves polínicas, de la Colección Palinológica de Referencia del Instituto de Geología de la UNAM y utilizando artículos científicos especializados. Los tipos polínicos más importantes fueron fotografiados con un fotomicroscopio Carl-Zeiss AxioLab con cámara digital AxioCam ICc1 y programa AxioVision.

Análisis cuantitativo del polen

Los porcentajes de cada tipo polínico se calcularon a partir del conteo de 500 granos de polen por muestra, en transectos al azar (Louveaux et al. 1978) y con el objetivo 100X. Adicionalmente, se contaron las esporas de *Lycopodium clavatum* L. para obtener la cantidad absoluta de granos de polen por gramo de miel (Stockmarr 1971). Especies con porcentajes mayores o iguales al 10 % fueron consideradas como importantes. Para calcular la cantidad absoluta de los granos de polen por gramo de muestra se utilizó la siguiente fórmula, de acuerdo a Stockmarr (1971) y Maher (1981):

$$P_{conc} = \frac{RM}{V} \quad (1)$$

Donde:

P_{conc} es el polen por gramo; R son los granos de polen contados / el número de esporas contadas; M es el número de esporas adicionadas en

Tabla 1. Regiones, municipios y localidades donde las muestras de miel fueron colectadas en el Estado de Tabasco.
Table 1. Regions, municipalities and localities in the state of Tabasco where honey samples were collected.

Región	Municipio	Localidad	Productor	Muestra
La Chontalpa	Cárdenas	Km.21 carretera federal Cárdenas - Coatzacoalcos	Colegio de Postgraduados Campus-Tabasco	H-135
	Huimanguillo	Estación Chontalpa	Adán Broca Quevedo	H-437
	Huimanguillo	Ej. Mercedes Gamas	Ing. Pedro Peregrino Ramos	H-137
	Huimanguillo	Ej. Mercedes Gamas	Ing. Pedro Peregrino Ramos	H-438
	Paraíso	Ej. Las Flores	M.V.Z. Adolfo Molina Acuña	H-440
Pantanos	Centla	Ranchería Jalapita	Isaac Torres Luciano	H-433
	Centla	Ranchería Emiliano Zapata	Isaac Torres Luciano	H-434
	Centla	Ranchería Emiliano Zapata	Isaac Torres Luciano	H-435
La Sierra	Tacotalpa	Zunu y Patatal	M.V.Z. Eusebio Rojo Lara	H-441
	Tacotalpa	Ranchería Guayal	Fernando Martínez Gómez	H-136
	Tacotalpa	Madero 2da. Sección	Fernando Martínez Gómez	H-443
	Tacotalpa	Madero 2da. Sección	Fernando Martínez Gómez	H-444

cada pastilla; V es el peso total de la muestra de miel. Las concentraciones de polen fueron clasificados siguiendo el esquema de Maurizio (1939). Una vez obtenida la cantidad absoluta de granos de polen por gramo de miel, el polen de los taxa se clasificó (Louveaux *et al.* 1978) como predominante ($P \geq 45\%$), secundario ($S = 16-45\%$) de menor importancia ($I = 3-15\%$) o polen traza ($M \leq 3\%$).

Caracterización botánica de las mieles

Por otro lado, las mieles fueron caracterizadas como “monoflorales” cuando en su composición predominó una especie botánica con porcentaje de polen superior o igual a 45 % y “multiflorales”, mixta o polifloral” cuando dos o más especies se presentaron con porcentajes iguales o mayores al 10 % (Louveaux *et al.* 1978). Las mieles multiflorales se dividieron en “biflorales” cuando dos tipos de polen tuvieron porcentajes secundarios, “oligoflorales” cuando predominaron dos o más taxa de una sola familia de plantas con porcentajes secundarios de polen y “multiflorales” cuando tres o más tipos de polen se registraron con porcentajes $\geq 10\%$ (Ramírez-Arriaga *et al.* 2011).

Análisis Físicoquímicos

La variedad de composición de la miel se refleja también en su contenido de minerales o cenizas,

los que guardan relación con el contenido de polen de la misma (Díaz & Fernández 1989), lo que permite estimar su origen (floral o de mielada) y orientar cual ha sido la fuente de néctar (Crane 1975). Solamente se determinaron aquellos parámetros que son útiles para la clasificación de mieles como la conductividad eléctrica, pH y cenizas (Díaz & Fernández 1998).

Conductividad eléctrica

Se tomaron 20 g del extracto seco de miel y se aforaron a 100 mL con agua destilada. De ésta, se tomaron 40 mL de la muestra en un recipiente y se calentaron a baño María a 20 °C; una vez alcanzada la temperatura se midió la conductividad con un Potenciómetro que tenía acoplado un medidor de conductividad eléctrica marca ULTRABASIC, Denver Instrument (A.O.A.C. 1990).

Cenizas

Se tomaron cinco g de miel que fue colocada en un crisol previamente calentado y tarado, a la que se le adicionó 2 gotas de aceite de oliva comercial para evitar la formación de espuma. La muestra se calcinó a 600 °C en una Mufla Marca West Instruments (A.O.A.C. 1990).

pH

Se disolvieron 10 g de miel en 75 mL de agua destilada libre de dióxido de carbono y se le midió el pH con un potenciómetro Marca ULTRABASIC, Denver Instrument (A.O.A.C. 1990).

Análisis estadístico de los datos

Se empleó la hoja de cálculo Excel de Office 2007 de Microsoft. Se calculó con el paquete Excel la media y la desviación estándar de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados.

RESULTADOS

Análisis melisopalinológicos

En los análisis de las 12 muestras de miel de *Apis mellifera L.* de las regiones a) la Chontalpa, b) Pantanos y c) la Sierra del estado de Tabasco se encontraron un total de 63 taxa pertenecientes a 32 familias botánicas, así como siete tipos polínicos indeterminados pero con baja representatividad de 0.2 a 3.8 % (Tabla 2).

Región La Chontalpa

En esta región se colectaron una muestra en el municipio de Cárdenas, tres en Huimanguillo y una en el municipio de Paraíso. En general, en la Chontalpa se registraron un total de 47 tipos polínicos pertenecientes a 25 familias de plantas y un taxón indeterminado (Tabla 2).

Cárdenas

Se analizó una miel (CA/H-135), identificándose 27 tipos polínicos. Esta miel fue clasificada como multiflora destacando por su porcentaje Leguminosae (32.9 %), *Bursera simaruba L.* (14.6 %), *Spondias mombin* (12.9 %) y *Diphysa sp.* (11.6 %) (Tablas 2 & 3, Figura 2).

Huimanguillo

En esta localidad se caracterizaron dos mieles multiflorales y una monoflora. En la miel multiflora HU/H-437 se registraron 21 tipos polínicos, fueron importantes las Compositae (33.7 %), *Cecropia obtusifolia* (24.7 %) y *Quercus sp.* (13.5 %). La muestra monoflora (HU/H-137) de *Citrus sp.* (25.2

%), registró 21 taxa, presentó también como importantes a *Quercus sp.* (37 %) y Compositae (15.7 %). Finalmente, en la miel multiflora correspondiente a la primera cosecha del 2007 (HU/H-438) con 20 tipos polínicos, destacan *Bursera simaruba* (29.6 %), *C. obtusifolia* (21.7 %) y Leguminosae (15.5 %) (Tablas 2 & 3, Figura 2).

Paraíso

La única miel colectada fue monoflora de *Mimosa orthocarpa var. berlandieri* (47.5 %, PA/H-440), observándose un total de 16 tipos polínicos. Adicionalmente se registraron como importantes *Cocos nucifera* (25.7 %) y *Psidium sp.* (13.2 %) (Tablas 2 & 3, Figura 2).

Región Pantanos

En los Pantanos se colectaron tres muestras del municipio Centla, registrándose 31 tipos polínicos totales, incluidos en 22 familias botánicas y un elemento indeterminado (Tabla 2).

Centla

En esta zona se analizaron tres muestras de miel. La miel colectada en 2006 (CE/H-433) mostró 20 tipos polínicos y destacan los taxa *Cocos nucifera* (35 %), *Mimosa orthocarpa var. berlandieri* (20.3 %) y *Psidium guajava* (15.8 %), siendo clasificada como una miel multiflora. Las muestras de miel CE/H-434 y CE/H-435 registraron 16 y 19 taxa respectivamente. En la primera temporada de cosecha, la miel (CE/H-434) fue caracterizada como monoflora de *Cocos nucifera* (52.6 %), aunque también se presentó como importante a *Mimosa sp.* (28.8). Mientras que para la segunda temporada de cosecha (CE/H-435) destacan las Gramineae (41.4 %) y *Celtis sp.* (22.2 %), siendo clasificada como una miel biflora (Tablas 2 & 3, Figura 2).

Región La Sierra

En esta región se colectaron cuatro muestras, en general, se determinaron 39 tipos polínicos de 24 familias botánicas, además siete taxa indeterminados presentaron bajos porcentajes (Tabla 2).

Tabla 2. Recursos botánicos registrados en las muestras de miel de los municipios Cárdenas (CA), Centla (CE), Huimanguillo (HU), Paraíso (PA) y Tacotalpa (TA) del Estado de Tabasco (Los números corresponden a porcentajes).

Table 2. Botanical resources recorded in the honey samples of the municipalities of Cárdenas (CA), Centla (CE), Huimanguillo (HU), Paraíso (PA) and Tacotalpa (TA), Tabasco (the numbers correspond to percentages).

Región	La Chontalpa				Pantanos			La Sierra				
	CA/H-135	HU/H-437	HU/H-137	HU/H-438	PA/H-440	CE/H-433	CE/H-434	CE/H-435	TA/H-441	TA/H-136	TA/H-443	TA/H-444
Acanthaceae	0.2											
<i>Avicennia sp.</i>	0.2				2.9	3	1		2			
Anacardiaceae												
<i>Spondias mombin</i>	13			8.7		2	1	0	2			1
Arecaceae								1				
<i>Cocos nucifera</i>	1.9		5.6		26	35	53		10			
<i>Elaeis sp.</i>	0.2							2				
Betulaceae												
<i>Alnus sp.</i>		0.3		0.4				0				
Boraginaceae												
<i>Cordia alliodora</i>			0.8						1			
Burseraceae												
<i>Bursera simaruba</i>	15	4.5	0.6	30	0.4	1		1	7	29	1	24
Cannabaceae												
<i>Celtis sp.</i>	0.2							22		2	12	4
<i>Trema micrantha</i>				1.1				2		4	4	6
Caryophyllaceae									0.3			
Commelinaceae												
Compositae	9.7	34	16	4	1.4	2	4	8	6	8	39	9
<i>Elephantopus sp.</i>		0.7										
<i>Vernonia sp.</i>		0.3	0.3									
<i>Viguiera sp.</i>												6
Cyperaceae	0.2	1.7	0.3			1		1				
Euphorbiaceae			0.6									
<i>Acalypha sp.</i>										31		
<i>Alchornea latifolia</i>		1	0.3						0			
<i>Ricinus communis</i>					1.1	0						
Fagaceae												
<i>Quercus sp.</i>	0.4	14	37		0.4				4			
Gesneriaceae										2	6	

Tacotalpa

Se caracterizó una miel monofloral, una bifloral y dos multiflorales (Tablas 2 & 3, Figura 2). En el caso de la miel cosecha 2007 (TA/H-441) se identificaron 21 tipos polínicos, dominando *Psidium guajava* con 43.2 %. En la miel colectada en Guayal-Tacotalpa (TA/H-136) se observaron 16 taxa, siendo importantes solo dos elementos botánicos: *Acalypha sp.* (31.1 %) y *Bursera simaruba* (28.8 %). Por otro lado, se caracterizaron además

dos mieles multiflorales. En la miel multiflora TA/H-443 destacan *Compositae* (39 %), *Celtis sp.* (12.4 %) y *Heliocarpus sp.* (11.2 %) de un total de 18 taxa. Mientras que en la miel polifloral TA/H-444 de los 22 taxa registrados solo fueron importantes *Bursera simaruba* (23.8 %), *Piper sp.* (10.9 %), *Mimosa albida* (10.4 %) y *Compositae* (15.3 %).

Tabla 2. Continuación.
Table 2. Continued.

Región	La Chontalpa				Pantanos				La Sierra			
	CA/H-135	HU/H-437	HU/H-137	HU/H-438	PA/H-440	CE/H-433	CE/H-434	CE/H-435	TA/H-441	TA/H-136	TA/H-443	TA/H-444
Muestras												
Lamiaceae												
<i>Salvia sp.</i>		0.3	0.3				1					
Leguminosae	33		0.9	15.5		0.2						
<i>Acacia sp.</i>	0.8	0.3	3.4	0.4					0	0		6
<i>Aeschynomene sp.</i>	0.4	0.3					1					
<i>Delonix sp.</i>			0.3									
<i>Diphysa sp.</i>	12			0.4						1		
<i>Erythrina sp.</i>	3.8											
<i>Gliricidia sp.</i>										0		
<i>Inga sp.</i>	0.2											
<i>Lonchocarpus sp.</i>	0.2		0.3		0.4	3	1					1
<i>Mimosa albida</i>	2.3	6.9		6.9	1.8		1	1	3	7		5
<i>Mimosa orthocarpa</i>	0.2	0.3		0.7	48	20			3			1
<i>Mimosa sp.</i>	0.2						29	3				
<i>Mimosa sp.</i>	0.2						29	3				
var. <i>berlanieri</i>												
<i>Mimosa pudica</i>			1.4									10
<i>Senna sp.</i>									1			
<i>Sesbania sp.</i>									5			
Malvaceae	2.1								0		1	
<i>Heliolepis sp.</i>	0.8	2.1	0.6		0.4					3	11	1
Melastomataceae		1		2.9		1			1		6	
Moraceae												
<i>Brosimum sp.</i>										4		2
Myrtaceae	0.4											
<i>Psidium sp.</i>		2.1	0.3	4.7	13	16	1	1	43		2	
Nymphaeaceae						8	2					
Piperaceae												
<i>Piper sp.</i>	0.2				0.4			0	1	7	5	11
Poaceae			0.3	0.4		1	0	41			1	1
<i>Zea mays</i>			0.3			0		7				0
Polygalaceae				0.7				1				
Polygonaceae												
<i>Coccoloba sp.</i>	0.4			0.4	0.4							
Ranunculaceae												
<i>Ranunculus sp.</i>						3	0					

Estudio cuantitativo

En la Tabla 3 se muestran los resultados del análisis cuantitativo del polen en las muestras de mieles. Considerando la cantidad absoluta de granos de polen, el mayor número de mieles ($n = 9$) fue del grupo I, conteniendo menos de 20,000 granos de polen en 10 g de miel y finalmente tres muestras fueron clasificadas en el grupo II, conteniendo

de 20 000 a 100 000 granos de polen en 10 g de miel.

Análisis Fisicoquímicos

Los análisis de pH, conductividad eléctrica y cenizas se realizaron a las mieles con la finalidad de tener argumentos para tipificarlas geográficamente además de la determinación botánica. Los valores encontrados para el pH en las mieles tabasqueñas

Tabla 2. Continuación.
Table 2. Continued.

Región	La Chontalpa				Pantanos				La Sierra			
Muestras	CA/H-135	HU/H-437	HU/H-137	HU/H-438	PA/H-440	CE/H-433	CE/H-434	CE/H-435	TA/H-441	TA/H-136	TA/H-443	TA/H-444
Rhamnaceae	1.5								0			
<i>Gouania sp.</i>											2	
Rhizophoraceae												
<i>Rhizophora mangle</i>						2	1	0	0			
Rubiaceae					0.4							
<i>Borreria sp.</i>											1	
Rutaceae				0.7	0.4	2	3			1	2	
<i>Citrus sp.</i>		5.2	25	0.4					6	0		
Sapindaceae				0.4								
<i>Serjania sp.</i>												1
Urticaceae												
<i>Cecropia obtusifolia</i>	1.3	25	5.9	22	3.6		1	10	4			6
Indeterminado 1		0.7		0.4		0		0			0.3	4
Indeterminado 2												1
Indeterminado 3												1
Indeterminado 4												1
Indeterminado 5												1
Indeterminado 6												1
Indeterminado 7												3

estuvieron entre 3.5 y 3.9. Siendo los valores más altos (3.8) encontrados para las mieles de Tacotalpa (TA/441), Centla (CE/H-433, CE/H-435 y CE/H-435) y Paraíso (PA/H-440). Los valores más bajos (3.5) correspondieron a las mieles de Tacotalpa (TA/H-136, TA/H-443 y TA/H-444) y Cárdenas (CA/H-135). Por otro lado, la conductividad eléctrica en la miel es una medida de la cantidad de minerales, ácidos orgánicos y aminoácidos presentes en ella. En las determinaciones de este parámetro en las mieles tabasqueñas se obtuvieron valores entre 1.34×10^{-8} hasta 0.80 mS cm^{-4} . Siendo los municipios de Huimanguillo ($1.34 \times 10^{-8} \text{ mS cm}^{-4}$) y el de Centla (0.80 mS cm^{-4}) donde se obtuvieron los menores valores y los mayores valores respectivamente. Los datos obtenidos se encuentran por debajo del límite del Codex Alimentarius CODEX STAN 12-1981, Norma del Codex para Miel que es de 0.8 mS cm^{-4} a $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Para el caso de las cenizas, todas las muestras estuvieron dentro del límite propuesto por la NMX-F-036-1992 (0.6 %). Todos los valores encontrados caen dentro del rango recomen-

dado por la NMX-F-036-1992, pero no fueron útiles para la separación y tipificación de las mieles por su origen geográfico ya que una comparación de medias comprobó que no existe diferencia significativa entre los valores de pH de las muestras de las diferentes zonas geográficas.

DISCUSIÓN

En las 12 muestras analizadas de miel se registraron un total de 63 taxa pertenecientes a 32 familias botánicas y siete tipos polínicos indeterminados, de este gran total, solo 18 fueron de real importancia por presentarse con porcentajes mayores o iguales al 10 %: *Spondias mombin* (Anacardiaceae), *Cocos nucifera* (Arecaceae), *Bursera simaruba* (Burseraceae), *Celtis sp.* (Cannabaceae), *Compositae*, *Acalypha sp.* (Euphorbiaceae), *Quercus sp.* (Fagaceae), *Diphysa sp.* (Leguminosae), *Leguminosae*, *Mimosa sp.* (Leguminosae), *Mimosa albida* (Leguminosae), *Mimosa orthocarpa var. berlandieri* (Leguminosae), *Heliocarpus sp.* (Tiliaceae), *Psi-*

Tabla 3. Caracterización palinológica y cantidad absoluta (C.A.) de granos de polen en 10 g de miel. Las muestras se agrupan por región y municipios del Estado de Tabasco.

Table 3. Palynological characterisation and absolute amount (C.A.) of pollen grains in 10 g of honey. The samples are grouped by region and municipality of the state of Tabasco.

Region	Miel	Datos de registro	Caracterización Melisopalin de acuerdo a Ramírez-Arriaga et al. (2011)	C. A. en 10 g de miel
La Chontalpa	H-135	Cárdenas	Miel multifloral: <i>Leguminosae</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Spondias mombiny</i> <i>Diphysa sp.</i>	22349.3
	H-437	Huimanguillo, 2006 (2)	Miel multifloral: <i>Compositae</i> , <i>Cecropia obtusifolia</i> y <i>Quercus sp.</i>	1449.5
	H-137	Huimanguillo, 2007 (1)	Miel monofloral de <i>Citrus sp.</i>	1791.7
	H-438	Huimanguillo 2007 (1)	Miel multifloral: <i>Bursera simaruba</i> , <i>Cecropia obtusifolia</i> y <i>Leguminosae</i>	22559.3
	H-440	Paraíso 2007 (1)	Miel monofloral de <i>Mimosa pigra var. berlandieri</i>	1718.1
Pantanos	H-433	Centla 2006 (2)	Miel multifloral: <i>Cocos nucifera</i> , <i>Mimosa pigra var. Berlandieri</i> y <i>Psidium guajava</i>	6777.9
	H-434	Centla 2007 (1)	Miel monofloral de <i>Cocos nucifera</i>	20425.5
	H-435	Centla 2007 (1)	Miel bifloral: <i>Zea mays</i> y <i>Celtis sp.</i>	1247.3
La Sierra	H-441	Tacotalpa, 2007 (1)	Miel monofloral de <i>Psidium guajava</i>	10945.7
	H-136	Guayal-Tacotalpa (2007)	Miel bifloral: <i>Acalypha sp.</i> y <i>Bursera simaruba</i>	2311.9
	H-443	NichChab Tacotalpa 2007(1)	Miel multifloral: <i>Compositae</i> , <i>Celtis sp.</i> <i>Heliocarpus sp.</i>	3753.5
	H-444	NichChab, Tacotalpa 2007(2)	Miel multifloral: <i>Bursera simaruba</i> , <i>Piper sp.</i> , <i>Mimosa albida</i> y <i>Compositae</i>	8861.7

menos que se cuente con una colección palinológica de referencia de elementos botánicos que crecen en los alrededores de los apiarios donde se tomaron las muestras, por esta razón solo se determinaron a nivel de familia. Las compuestas son elementos de importancia nectaro-polinífera que han sido registrados en diversas investigaciones melisopalinológicas en los estados de Morelos (Quiroz-García et al. 2008), Zacatecas (Acosta-Castellanos et al. 2011), Tabasco (Castellanos-Potenciano et al. 2012), Chiapas (Ramírez-Arriaga, 1989; Ramírez-Arriaga et al. 1995), en la península de Yucatán (Villanueva, 2002), Distrito Federal (Piedra-Gutiérrez & Quiroz-García 2007) y Guerrero (Ramírez-Arriaga et al. en proceso). Por otro lado, también se citan en trabajos de flora apícola basados en observaciones de campo, en donde una buena parte de las especies son fuente de alimento para *Apis* (Espina & Ordetx 1983).

La presencia de *Acalypha sp.* (Euphor-

biaceae) como elemento importante en mieles del estado de Tabasco constituye el primer reporte en México. La Fagaceae *Quercus*, es productora de “mieladas”, es decir, secreciones azucaradas extraflorales, y ha sido reportada en Oaxaca (Ramírez-Arriaga et al. 2011), Tabasco (Castellanos-Potenciano et al. 2012), Puebla (Ramírez-Arriaga & Martínez-Hernández, 2007) y Zacatecas (Acosta-Castellanos et al. 2011). De igual manera, las especies de *Quercus* han sido consideradas como poliníferas por observaciones de campo (Espina & Ordetx 1983). *Diphysa carthagenensis* (Leguminosae) ha sido citada en un estudio melisopalinológico del estado de Tabasco (Castellanos-Potenciano et al. 2012). Esta especie forma parte de la flora apícola de zonas tropicales (Espina & Ordetx 1983)

Otros taxa importantes de la familia Leguminosae fueron *Mimosa sp.*, *Mimosa albida* y *Mimosa orthocarpa var. berlandieri*. El género *Mi-*

mosa ha sido observado en análisis melisopalinológicos de mieles chiapanecas (Martínez-Hernández et al. 1993) y del estado de Puebla (Ramírez-Arriaga & Martínez-Hernández 2007), así como en cargas de polen de *A. mellifera* en la península de Yucatán (Villanueva et al. 2002). Las especies *M. albida* y *M. orthocarpa* var. *berlandieri* se han encontrado en muestras de miel del estado de Tabasco (Castellanos-Potenciano et al. 2012). En general, *Mimosa* está documentada en la flora melífera de Chiapas (Villegas et al. 2002), del estado de Veracruz (Villegas et al. 2003) y de zonas tropicales (Espina & Ordetx, 1983). El género arbóreo *Helio-carpus* (Malvaceae) ya ha sido reportado en estudios melisopalinológicos realizados en Oaxaca (Ramírez-Arriaga et al. 2011), Puebla (Ramírez-Arriaga & Martínez-Hernández 2007), Morelos (Quiroz-García & Arreguín-Sánchez 2008), Zacatecas (Acosta-Castellanos et al. 2011), Chiapas (Martínez-Hernández et al. 1993) y en la península de Yucatán (Villanueva et al. 2002). La *Myrtaceae Psidium guajava* fue encontrada como elemento importante en mieles de Tabasco (Castellanos-Potenciano et al. 2012), además se ha reportado en flora apibotánica del trópico mexicano (Espina & Ordetx 1983).

El género *Piper* (Piperaceae) ha sido observado en mieles de Tabasco (Castellanos-Potenciano et al. 2012), Puebla (Ramírez-Arriaga & Martínez-Hernández 2007), así como en miel y cargas de polen de melipónidos de Chiapas (Martínez et al. 1993). La familia Poaceae ha sido recuperada de manera importante en mieles de Tabasco (Castellanos-Potenciano et al. 2012), así como en mieles del Valle de México (Piedras-Gutiérrez & Quiroz-García 2007), Morelos (Quiroz-García & Arreguín-Sánchez, 2008), Chiapas (Martínez-Hernández et al. 1993) y en cargas de polen de la península de Yucatán (Villanueva, 2002). También se encuentra citada ampliamente en flora melífera por observaciones de campo en los estados de Veracruz (Villegas et al. 2003), Chiapas (Villegas et al. 2002), Tabasco (Villegas et al. 2004) y en zonas tropicales (Espina & Ordetx 1983).

La Rutaceae del género *Citrus* ha sido documentada en estudios palinológicos de mieles de *Apis* del estado de Oaxaca (Acosta-Castellanos &

Palacios-Chávez 2001; Ramírez et al. 2011). Este género de importancia nectarífera también ha sido recuperado de mieles de melipónidos en Chiapas (Ramírez-Arriaga, 1989; Martínez-Hernández et al. 1993). En estudios de campo, se ha reportado que *Apis* visita intensamente dicho género para la colecta de polen y néctar (Espina & Ordetx 1983), por lo que es de importancia apícola en Tabasco (Villegas et al. 2004), así como en los estados de Chiapas (Villegas et al. 2002) y Michoacán (Villegas et al. 1999). El género *Cecropia* (Urticaceae) ha sido referido como polinífero en listados de flora melífera del estado de Tabasco (Villegas et al. 2004). Por otro lado, Castellanos-Potenciano et al. (2012) la reportó en una investigación palinológica de mieles del estado de Tabasco y también se ha encontrado en análisis palinológico de cargas de polen de la península de Yucatán (Villanueva, 2002). En general, las mieles analizadas en el presente estudio del estado de Tabasco reflejan una gran diversidad de flora de interés melífero (63 taxa de 32 familias). En otras regiones del país, el número de tipos polínicos es menor, Piedras-Gutiérrez & Quiroz-García (2007) encontraron 19 tipos polínicos para mieles de la porción sur del Valle de México, mientras que Alvarado & Delgado (1985) reportaron 18 tipos polínicos en muestras de miel en Uxpanapa, Veracruz y Acosta-Castellanos & Palacios-Chávez (2001) reportaron 31 tipos polínicos en la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca.

El hecho de analizar mieles en dos temporadas de cosecha (verano y otoño) ayuda a caracterizarlas y clasificarlas por época de floración. Así, aquellas mieles encontradas como multiflorales, provienen de zonas donde existe una gran variedad de recursos florales (Cárdenas, Tacotalpa y Huimanguillo) y las abejas no tiene preferencia de una sola especie melífera, por lo que recursos identificados con una representación de más del 10 %, son considerados las fuentes más importantes de polen o néctar (Sáenz 1978). Por otra parte, en el municipio de Tacotalpa (Región de La Sierra) se encontraron cuatro diferentes tipos de mieles (una bifloral, otra monofloral y dos multiflorales), lo que indica la gran variedad de recursos florales en dicha zona. En estas mieles se identificaron especies como *B. simaruba* L.

y la familia Compositae son comunes en ese municipio y destaca la presencia de *Psidium guajava*, un tipo de guayabo silvestre, muy común en la zona y que se reporta por primera vez en este trabajo como una fuente de polen de importancia, dando lugar a una miel monofloral. La presencia de especies con baja representación puede deberse a la contaminación procedente de la manipulación del polen por las abejas durante su alimentación, siendo un claro ejemplo, el polen de *Zea mays L.* (McGregor 1981).

Las muestras de mieles pertenecientes al municipio de Centla son del mismo productor, sin embargo las dos primeras son de diferente cosecha, la última es de diferente localidad y todas se colectaron en sitios cercanos a la costa. Cabe mencionar que el productor dependiendo de la floración de la zona, cambia sus colmenas de sitio, de allí la diversidad de recursos florales encontrados en las muestras. En estas mieles se encontró polen de mangle (*Rhizophora mangle*) y de coco (*C. nucifera*), especies características de la costa tabasqueña (Región de los Pantanos), aunque solamente en la miel de Paraíso, municipio costero, colindante con Centla, se encontró un polen abundante de coco, reportándose por primera vez una miel monofloral de coco en Tabasco, con denominación de origen botánico, sin embargo al igual que las tres muestras anteriores, las colmenas se encontraban en la zona costera. Para la Región de La Chontalpa, en el municipio de Huimanguillo se encontraron tres mieles poliflorales, contrario a lo que se podría esperar, ya que esa zona es considerada fuerte productora de cítricos y sin embargo el polen de cítricos se encontró en pequeñas proporciones en solo una muestra. Con relación a las mieles monoflorales, algunos autores mencionan que los granos de polen pueden encontrarse subrepresentados, como en la miel de cítricos, donde *Citrus* no alcanzan el 45 %, sin embargo, si se registra del 10 al 15 % puede considerarse como una miel monofloral (Loveaux et al. 1978), como es el caso de la miel monofloral de *Citrus* (25.2 %) colectada en Huimanguillo (H-137), Tabasco. Las especies dominantes en la miel de Tabasco

son *C. nucifera*, *Psidium guajava* y *M. orthocarpa* var. *berlandieri* que alcanzaron porcentajes mayores al 45 %, por lo que se determinan como mieles monoflorales y concuerdan con la vegetación predominante en las zonas de estudio (Castellanos-Potenciano et al. 2012). Este es el primer reporte sobre la clasificación de las mieles producidas en el estado, utilizando técnicas melisopalínológicas, de tal forma que estos estudios coadyuvarán a mejorar la actividad apícola en el estado, permitiendo determinar los recursos florales de importancia para las abejas y corroborar el origen botánico y geográfico de las mieles. Con respecto a los análisis de pH, contenido de cenizas y conductividad eléctrica en las mieles, autores como Díaz & Fernández (1998) mencionan que la medida de la conductividad eléctrica, al igual que el contenido de cenizas, puede orientar sobre los orígenes (floral o mielato) e incluso permite detectar si se ha alimentado artificialmente y podrían ser utilizados como parámetros para diferenciar muestras de mieles (Terrab et al. 2002). Sin embargo el presente estudio comprueba que esos análisis fisicoquímicos para el caso de las mieles tabasqueñas, no pueden ser utilizados para diferenciar las mieles, ni mucho menos caracterizarlas.

AGRADECIMIENTOS

Claudia Córdova-Córdova fue becaria del CONACYT y es egresada de la Maestría en Ciencias en Producción Agroalimentaria en el Trópico. El trabajo fue financiado por la Fundación Produce de Tabasco, A.C. Algunas especies fueron clasificadas taxonómicamente con la ayuda del Dr. Angel Sol Sánchez, Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados. Los ejemplares herborizados para la construcción de la Palinoteca de referencia fueron proporcionados por el Herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DacBiol-UJAT). Se agradece la colaboración de los productores cooperantes por la donación de las muestras de mieles.

LITERATURA CITADA

Acosta-Castellanos S, Palacios-Chávez R (2001) "Plants of apicultural interest in the Pluma Hidalgo Zone,

- Oaxaca, Mexico". In: Goodman, D.K. and Clarke, R (eds), Proceedings of the IX Internacional Palynological Congress. Houston, Texas, U.S.A. 1996; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 459-469 pp.
- Acosta-Castellanos SL, Quiroz-García L, Arreguín-Sánchez ML, Fernández-Nava R (2011) Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. *Polibotánica* 32:171-191.
- Alvarado J, Delgado R (1985) Flora apícola de Uxpanapa, Veracruz, México. *Biotica* 10(3): 257-275.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (1990) Official Methods of Analysis. 15th Edition, Arlington, Virginia. USA.
- Cárdenas-Chávez S (1985) Caracterización del ciclo apícola y flora nectarífera y polinífera, en la Chontalpa, Tabasco, México. Tesis. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. D.F. 119 pp.
- Castellanos-Potenciano BP, Ramírez-Arriaga E, Zaldívar-Cruz JM (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.
- Crane E (1975) Honey: a comprehensive survey. Bee Research Association. Editorial: London : Heinemann [for] the Bee Research Association 1975. 349 pp.
- Dadant C (1975) La colmena y la abeja melífera. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay 270 pp.
- De los Santos RM (2008) Melisopolinología y determinación anual de los recursos nectaropoliníferos en *Apis mellifera* scutellata, Lep en la costa de Oaxaca en diferentes tipos de vegetación y agroecosistemas. (Tesis de grado de maestro en ciencias) Dpto. de Biología vegetal, UNAM. México, D.F.
- Díaz R, Fernández D (1998) Determinación de algunos parámetros de calidad de la miel en la Provincia de Huesca. *Lucas Mallada* 10: 107-122.
- Díaz-Forestier J, Gómez M, Montenegro G (2008) Secreción de néctar de quillay. Una herramienta para una apicultura sustentable. *Agronomía y Forestal* 35: 27-29.
- Erdtman G (1960) The acetolysis method: a revised description. *Sven Bot Tidskr* 54: 341-350.
- Espina PD, Ordetx GS (1983) Flora apícola tropical. Cartago, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 406 pp.
- García E (2004) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, No. 6. México, D. F. 90 pp.
- La Serna I, Méndez BP, Gómez CF (1999) Aplicación de nuevas tecnologías en mieles de Canarias para su tipificación y control de calidad. Editorial Cajas de Ahorro. Registro de Empresa Editorial No. 936 del Ministerio de Cultura. 268 pp.
- Loveaux J, Mauricio A, Vorwhol G (1978) Methods in melissopalynology. *Bee world* 59: 139-157.
- Maher LJ (1981) Statistics for microfossil concentration measurements employing samples spiked with marker grains. *Review of Palaeobotany and Palynology* 32: 153-191.
- Maurizio A (1939) Untersuchungen zur quantitativen Pollen-analyse des Honigs. *Mitteilungen ausdem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene* 30: 27-69.
- Martínez- Hernández E, Cuadrillero Aguilar J, Téllez-Valdez O, Ramírez-Arriaga E, Sosa NS, Melchor SJ, Medina CM, Lozano GS (1993) Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacana, Chiapas, México. Instituto de Geología. Universidad Autónoma de México 100 pp.
- Mc Gregor S (1981) La apicultura en Estados Unidos. Edit. LIMUSA, México 150 pp.

- Norma Mexicana, NMX-F-036-1997 ALIMENTOS-MIEL-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.
- Piedras-Gutiérrez B, Quiroz-Gracia DL (2007) Estudio Melisopalinológico de dos Mieles de la Porción Sur del Valle de México. *Polibotánica* 23: 57-75.
- Porter BL, Medina AME, Montoy KJA, Montoy KP, Martin EG, May PG (2009) Flora melífera de La Montaña, Campeche: su importancia para la apicultura y para la vida diaria. Gobierno Federal, Conabio, Instituto de Ecología A.C. 314 pp.
- Quiroz-García DL, Arreguín-Sánchez ML(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 (1989) Explotación de recursos florales por *Plebeia* sp. (Apidae) en dos zonas con diferente altitud y vegetación en el Soconusco Chiapas. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Licenciatura 159 pp.
- Ramírez-Arriaga E, Martínez-Hernández E, Cuadriello AI y Lozano GS (1995) Estrategias de pecoreo de *Plebeia* sp. (Apidae), basado en el análisis melisopalinológico y en parámetros ecológicos en Chiapas. Implicaciones Evolutivas. Investigaciones Recientes en Paleobotánica y Palinología. Publicación Especial, Serie Arqueología, INAH. 113-154 pp.
- 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 Puebla State, México. *Journal of the Kansas Entomological Society* 80: 377-391.
- Ramírez-Arriaga E, Navarro-Calvo L, Díaz-Carbajal E (2011) Botanical characterization of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana* 50: 40-54.
- Ramírez-Arriaga E, Martínez-Bernal A, Ramírez MN, Martínez-Hernández E. (en proceso). Estudio palinológico de miel y cargas de polen de *Apis mellifera* L. (Apidae) en la región Centro y Norte de Guerrero, México.
- Ruiz-Navajas Y, Viuda-Martos M, Fernández-López J, Zaldívar-Cruz JM, Kuri V, Pérez-Álvarez JA. (2011) Antioxidant activity of artisanal honey from Tabasco, Mexico. *International Journal of Food Properties* 14: 459-470.
- Saíenz-Laín C, Gómez-Ferreras C (2000) Mieles Españolas. Características e identificación mediante el análisis de polen. Editorial Mundi-Prensa. España 105 pp.
- Sanz S, Sanz M (1994) Humedad, cenizas y conductividad eléctrica en mieles de La Rioja. *ZUBÍA* 12: 143-158.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2010) Estadísticas de Producción de Miel en México. www.siap.gob.mx
- Stockmarr J. (1971) Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13: 615-621.
- Tellería M, Forcone A (2000) El polen de las mieles del Valle de Río Negro, Provincia Fitogeográfica del Monte (Argentina). *DARWINIANA* 38(3-4): 273-277.
- Terrab A, Díez MJ, Heredia FJ (2002) Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry* 79(3): 373-379.
- Villanueva GR (2002) Polliniferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 50: 1035-1043.
- Villanueva-Gutiérrez R, Moguel-Ordóñez Y, Echazarreta-González C, Arana-López G (2009) Monofloral honeys in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Grana* 48: 214-223.

- Villegas DG, Cajero AS, Bolaños MA, Miranda SJA, Pérez LMA, Ku YF, Guzmán QEO, Tah VB, Osorno VLF, Sánchez CR (1998) Flora nectarífera y polinífera en el estado de la península de Yucatán. SAGARPA. México 127 pp.
- Villegas DG, Bolaños MA, Miranda SJA, González QR (2003) Flora nectarífera y polinífera en el estado de Guerrero. SAGARPA. México 126 pp.
- Villegas-Duran G, Bolaños-Medina A, Miranda-Sánchez JA, Quintana-Rocha IL, Guzmán-Quintana OE, Zavala-Ruíz MJ (1999) Flora nectarífera y polinífera en el estado de Michoacán. SAGARPA México D.F.
- Villegas DG, Bolaños MA, Miranda SJA, Zenón AAJ (2002) Flora nectarífera y polinífera en el estado de Chiapas. SAGARPA. México 165 pp.
- Villegas DG, Rodríguez RAM, Miranda SJA, Córdoba WH (2004) Flora nectarífera y polinífera en el estado de Tabasco. SAGARPA. México 147 pp.
- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Zaldívar-Cruz JM, Kuri V, Fernández-López J, Carbonell-Barrachina AA, Pérez-Álvarez JA (2010) Aroma profile and physico-chemical properties of artisanal honey from Tabasco, Mexico. *International Journal of Food Science and Technology* 45: 1111-1118.