

CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE MIELES DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

PALINOLOGICAL CHARACTERIZATION OF HONEYS OF THE MEXICALI VALLEY, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Luis Alaniz-Gutiérrez^{1,2}, Carlos Enrique Ail-Catzim¹, Rogel Villanueva-Gutiérrez³, José Delgadillo-Rodríguez⁴, Martín Eduardo Ortiz-Acosta⁵, Edmundo García-Moya⁶ y Tomás Salvador Medina Cervantes[†]

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n CP 21705. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia núm. 2. Universidad Autónoma de Guerrero. Km. 198 Carretera Acapulco-Pinotepa Nacional. CP 41944. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. ³El colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Unidad Chetumal. Av. Centenario Km. 5.5, CP 77000, Apartado postal 424, Chetumal, Quintana Roo, México. ⁴Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California, Km. 101 Carretera Tijuana-Ensenada. CP 22800. Ensenada, Baja California, México. ⁵Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Baja California, Av. Reforma y Boulevard Zertuche, s/n, CP 22890. Ensenada, Baja California, México. ⁶Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, CP 56230, Montecillo, Estado de México. Correo electrónico: carlos.ail@uabc.edu.mx

RESUMEN

La rentabilidad de la producción apícola y las poblaciones saludables de abejas dependen de paisajes ricos en flores productoras de abundante néctar y polen. Por lo tanto, es claro que el conocimiento de la flora apícola constituye la información básica necesaria para determinar el potencial productivo de la apicultura en una región. En el estado de Baja California, se carece de este tipo de información. Por ello se realizó un estudio palinológico de las mieles producidas en el Valle de Mexicali, Baja California, para identificar los principales recursos nectaríferos y determinar el origen botánico durante dos periodos de cosecha anuales. Se analizaron 52 muestras de miel, recolectadas en 13 apiarios en junio y agosto

de 2010 y 2011. Para identificar los tipos polínicos se conformó una colección de referencia que contiene polen acetolizado de 150 especies. Se identificaron 78 tipos polínicos, correspondientes a 33 familias. El 65% de las mieles fueron monoflorales, principalmente de *Tamarix* spp. (pino salado), *Prosopis* spp. (mezquite y tornillo) y en menor medida de *Pluchea sericea* (cachanilla), encontrándose una muestra de *Sysimbrium irio* (Mostacilla), Myrtaceae (eucaliptos y/o cepillo rojo), *Phoenix dactylifera* (palma datilera), *Coriandrum sativum* (cilantro), y *Washingtonia filifera* (palma de abanico) respectivamente. Las mieles de *Prosopis* spp. fueron abundantes en las cosechas de junio, mientras que las de *Tamarix* spp. predominaron en las cosechas de agosto. Los análisis cuantitativos, permitieron ubicar el

52% de las muestras en la clase III, el 34% en la clase II, el 8% en la clase V, el 4% en la clase IV y el 2% en la I. De acuerdo a los estudios realizados se concluye que los principales recursos nectaríferos usados por *Apis mellifera* en el Valle de Mexicali son *Tamarix* spp. *Prosopis* spp. y *P. sericea*, los cuales a su vez constituyen los elementos más representativos de las mieles.

Palabras clave: melissopalínología, *Apis mellifera*, flora nectarífera, plantas melíferas, Baja California.

ABSTRACT

The profitability of apiculture and the health of bee populations depend on landscapes rich in nectariferous and polleniferous flowers. Therefore it is clear that knowledge on local bee flora constitutes the basic information necessary to determine the apiculture potential of a region. Nevertheless, there is no research to date showing the floral sources of honey in the State of Baja California. Thus a melissopalynological study of the honey produced in the Valley of Mexicali, Baja California was undertaken to identify the main sources of pollen and nectar utilized by *Apis mellifera* and determine the botanical origin during the two principal harvest periods around year. The pollen of 52 honey samples was analyzed, these were collected from 13 apiaries on June and August of 2010 and of 2011. To identify the types of pollen, a reference collection was made containing 150 species pollen prepared via the acetolysis method. 78 types of pollen were identified, corresponding to 33 families. 65% of the honeys were unifloral, mainly from *Tamarix* spp., and *Prosopis* spp., and to a lesser extent of *Pluchea sericea*. *Sysimbrium irio*, Myrtaceae, *Phoenix*

dactylifera, *Coriandrum sativum*, and *Washingtonia filifera* were found a single time. *Prosopis* spp. honeys were most abundant in June harvests, while *Tamarix* spp. honeys were the most common august harvests. Quantitative analysis allowed to allocate 52% of the samples on class III, 34% on class II, 8% on class V, 4% on class IV and 2% on class I. According to the analysis carried out, it is concluded that the main nectar sources used by *A. mellifera* in the Valley of Mexicali are *Tamarix* spp. *Prosopis* spp. and *P. sericea*, which are also the most representative elements of honeys.

Key words: Melissopalynology, *Apis mellifera*, Baja California, nectariferous flora.

INTRODUCCIÓN

México es el octavo productor y el tercer exportador de miel en el mundo (FAOSTAT, 2014). Durante 2013 exportó 33 mil 476 toneladas de miel, que alcanzaron un valor de 112 millones de dólares (SAGARPA, 2014). Sin embargo, mucha de la producción de miel se concentra en las regiones del sureste, sur y occidente del país. En el estado de Baja California la actividad es más bien marginal; se cuenta con alrededor de 7 mil 600 colmenas, con rendimientos en miel por colmena inferiores a los 12 kilogramos por año (SIAP, 2014), lo cual es bajo en comparación con otros estados de México. Esta actividad es más frecuente en el área agrícola del municipio de Mexicali, donde se concentra el 81% de las colmenas y el 91% de la miel que se cosecha en la entidad (OEIDRUS, 2010).

La rentabilidad de la producción apícola y las poblaciones saludables de abejas dependen de paisajes ricos en flores productoras

de néctar y polen abundante (Decourtye *et al.*, 2010). Es claro que el conocimiento de la flora apícola, la distribución geográfica y épocas de floración y su contribución a la producción, constituyen la información básica para determinar el potencial productivo de la apicultura en una región. En el estado de Baja California, se carece de este tipo de información, no se conocen los principales recursos nectaríferos que contribuyen a la producción de miel, lo cual sería importante para establecer alternativas de repoblación artificial y conservación con plantas nativas melíferas, con la finalidad de incrementar la productividad apícola del estado.

La metodología más económica y común para determinar el origen del néctar y la contribución de los recursos néctar-poliníferos a la producción de miel consiste en el estudio melisopalinológico de la misma (Jones y Bryant, 2014; Sahinler *et al.*, 2009). El análisis de los tipos polínicos presentes en la miel, permite conocer su origen botánico para darle valor agregado, identificar el hábitat y estado de conservación de la vegetación del entorno en que fue producida, determinar la proporción de uso de especies silvestres y cultivadas, y contribuir a la toma de decisiones que mejoren la producción apícola (Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011; Forcone y Ruppel, 2012; González-Porto *et al.*, 2013; Jones y Bryant, 2014; Kamble *et al.*, 2015).

En México se han realizado diversos estudios (Villanueva-Gutiérrez *et al.*, 2009; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011; Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012; Zavala-Olalde *et al.*, 2013 y Villanueva-Guriérrez *et al.*, 2014) relativos a la melisopalinología y la identificación de recursos nectaríferos y poliníferos, para la flora néctar-polinífera del sur y sureste

mexicanos y no existen antecedentes para el estado de Baja California.

Por lo anterior, este análisis se planteó para determinar los recursos nectaríferos importantes en el Valle de Mexicali, a partir de la identificación y cuantificación de los tipos polínicos presentes en las mieles, y determinar si se producen mieles que puedan ser denominadas como monoflorales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo durante los ciclos 2010 y 2011, en el norte del estado de Baja California, en la región conocida como Valle de Mexicali, perteneciente al municipio del mismo nombre (fig. 1). El Valle de Mexicali se localiza entre los 31° 40' a 32° 40' N, 114° 45' a 115° 40' O y una altitud sobre el nivel del mar entre 5 m y 28 m. Limita al norte con California, Estados Unidos, al sur y sureste con el Golfo de California y la sierra El Mayor, al oeste con la Sierra Cucapá y al este con Arizona, Estados Unidos y con San Luis Río Colorado, Sonora (Camargo-Bravo y García-Cueto, 2012).

Su clima se caracteriza como extremadamente árido, con precipitaciones que raramente exceden los 100 mm al año (Burn *et al.*, 2010). García (1988) lo clasifica como cálido seco, muy extremoso con gran oscilación anual de temperatura y precipitación escasa de régimen intermedio entre verano e invierno.

La zona de estudio tiene la peculiaridad de ser un área agrícola de riego, fuertemente intervenida por la acción humana y cuya cubierta vegetal original ha sido removida. La vegetación original corresponde al matorral

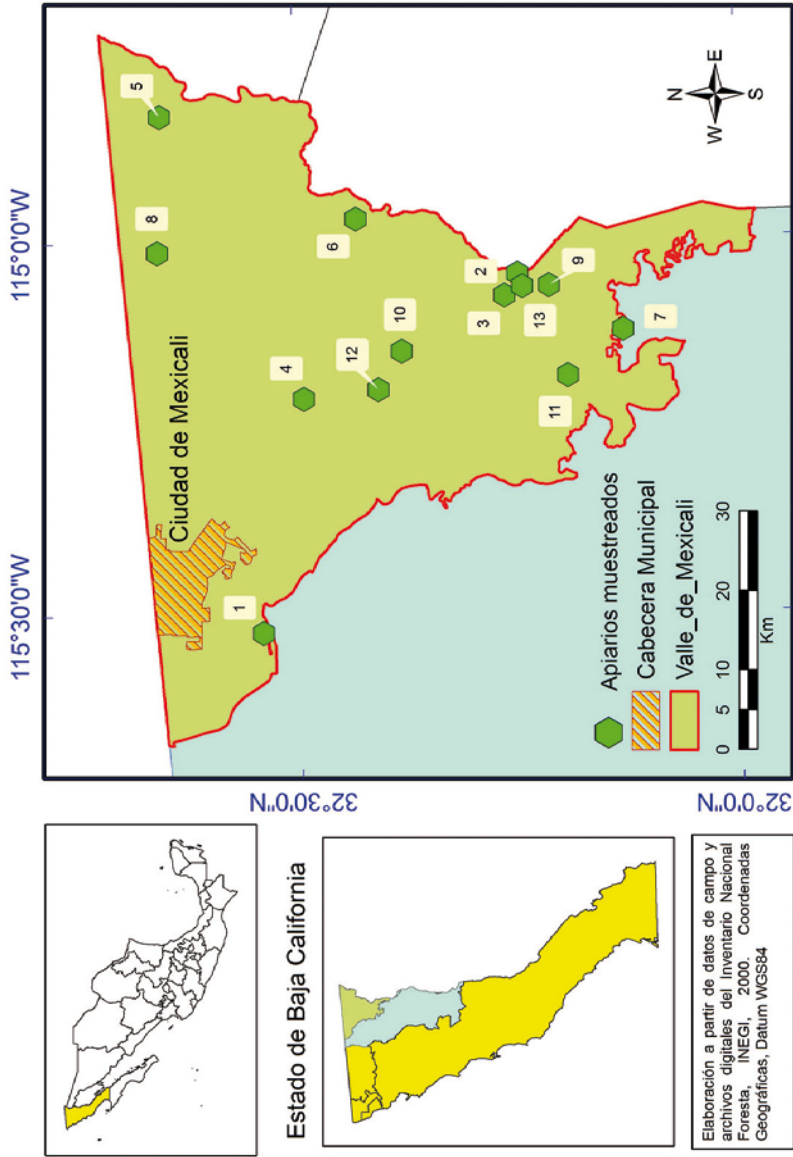


Fig. 1. Área de estudio y de apiarios muestreados. 1 Coronita, 2 Francisco Murguía, 3 Col. Hidalgo, 4 Col. Pólvora, 5 Cuervos, 6 Ejido Chiapas, 7 Col. Lerma, 8 Col. Borquez, 9 Ejido Plan de Ayala, 10 Ejido Guerrero, 11 Col. Carranza, 13 Ejido Nuevo León, 13 Francisco Murguía.

desértico sonorenses (Delgadillo, 1998), en la subdivisión del Valle Bajo del Río Colorado, donde dominan los matorrales de *Larrea tridentata* y *Ambrosia dumosa* (gobernadora). Además, existen comunidades riparias donde *Typha dominguensis* (tule) es la planta dominante, acompañada del pasto *Distichlis palmeri*; la vegetación dominante en áreas estables sin inundación frecuente son árboles con comportamiento ripario, como *Salix goodingii* (sauce), *Populus fremontii* (álamo) y *Prosopis pubescens* (tornillo), además de arbustos como *Pluchea sericea* (cachanilla), y árboles como *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (mezquite); también se han establecido otros como *Pithecellobium dulce* (guamúchil). No obstante, *Tamarix* spp. (pino salado) ha remplazado mucha de la vegetación riparia original (Delgadillo, 1998), y las áreas agrícolas donde se siembra algodón, alfalfa, gramíneas para forraje y grano representan el principal uso de la tierra.

Se recolectaron en campo 52 muestras de miel, de 13 apiarios localizados en el Valle de Mexicali (fig. 1), en cuatro fechas de recolecta, en los meses de junio y agosto de 2010 y 2011. Cada muestra consistió de cinco piezas de panal (5 x 5 cm) con miel en proceso de ser operculada, proveniente de un cuadro del alza melaria de cada una de cinco colmenas seleccionadas en forma aleatoria en cada apiario.

Para identificar los tipos polínicos presentes en la miel se recolectaron especímenes vegetales que fueron identificados y depositados en el herbario BCMEX. De cada planta recolectada se conservaron, por separado, flores en un sobre de papel, para la posterior extracción, acetólisis y montaje de su polen, con lo cual se conformó una

colección palinológica de referencia que contiene 150 especies de plantas visitadas por las abejas en las inmediaciones de los apiarios muestreados.

El polen de las plantas para conformar la colección palinológica de referencia se obtuvo de macerar las anteras de cada muestra de flores en 10 ml de agua destilada y pasar el sedimento por una malla tipo organza, este residuo fue procesado por acetólisis y montado en dos portaobjetos usando una pequeña cantidad de gelatina glicerizada (Costa *et al.*, 2013).

Las cinco piezas de panal procedentes de cada apiario fueron macerados y luego se separó la cera de la miel mediante filtrado a través de una malla de tela de 500 μm . Las muestras de miel filtrada fueron entonces almacenadas en contenedores de vidrio a temperatura ambiente. El polen se extrajo de una muestra de 15 g de miel, se colocó en un tubo de plástico de 50 ml, se agregaron 25 ml de agua destilada y se disolvieron a baño maría a 60°C por 10 min, posteriormente fueron sometidas al proceso de acetólisis (Erdtman, 1943).

Para el análisis cuantitativo se utilizó el método de Louveaux *et al.* (1978), actualizado por Von der Ohe *et al.* (2004). Consistió en diluir 10 ml de miel, pasarlo a través de un filtro de membrana con poros de 3 μm de diámetro (MF-Millipore SSWP02500), después se secó el filtro a una temperatura de 40°C, se transparentó con aceite de inmersión y se contabilizaron los elementos retenidos bajo un microscopio. El número de partículas por unidad de peso se calculó mediante la fórmula:

$$PG/10\text{ g} = (S \times n_{PG} \times 10) / (s \times a \times p)$$

donde:

PG = número absoluto de granos de polen en 10 g de miel.

S = área del filtro conteniendo el sedimento (mm^2).

s = área del campo visual del microscopio (mm^2).

n_{PG} = número total de granos contados.

a = número de campos contados.

p = peso de la miel (g).

Las muestras se clasificaron por su concentración de polen de acuerdo al esquema de Maurizio (1939), quién las agrupa en cinco clases de acuerdo al número total de granos de polen por cada 10 g de miel: Clase I ($\leq 20 \times 103$), Clase II ($21 \times 103 \leq N \leq 100 \times 103$), Clase III ($101 \times 103 \leq N \leq 500 \times 103$), Clase IV ($501 \times 103 \leq N \leq 106$), y Clase V (> 106). Esta clasificación, se toma en cuenta para interpretar los resultados cualitativos, pues permite identificar la sobre o subrepresentación de tipos polínicos en las muestras.

La identificación de los granos de polen se realizó con un microscopio compuesto (Micromaster, Fisher ScientificTM) con objetivo 40X y 100X, por comparación morfológica del polen con la colección palinológica de referencia y con apoyo de claves palinológicas (Kapp *et al.*, 2000; Palacios-Chávez *et al.*, 1991), y atlas polínicos (Reyes *et al.*, 2009). Se identificaron y contaron al menos mil granos de polen por muestra, como lo establece Von der Ohe *et al.* (2004).

Los tipos polínicos fueron clasificados por su clase de frecuencia, como predominante ($P > 45\%$), secundario ($S = 16-45\%$), de importancia menor ($I = 3-15\%$), polen menor ($M < 3\%$), y polen presente (“+” $\leq 1\%$). Las

mieles se caracterizaron como monoflorales cuando un tipo polínico fue predominante, y multiflorales cuando ningún tipo polínico representó más de 45% del contenido polínico en la muestra (Louveaux *et al.*, 1978).

RESULTADOS

Se identificaron un total de 78 tipos polínicos en las 52 muestras de miel analizadas. Uno de ellos correspondió al tipo morfológico compuesto por las familias Chenopodiaceae y Amaranthaceae [Chen-Am, (Martin, 1963)] y los 77 tipos polínicos restantes fueron de 33 familias botánicas diferentes; de los cuales 47 se identificaron a nivel de especie, 26 a nivel de género y cuatro a nivel de familia.

El número de tipos polínicos identificados varió de ocho a 38 por muestra de miel. La familia mejor representada en diversidad de tipos polínicos, fue Asteraceae (14 tipos), seguida de Fabaceae (10 tipos), Poaceae (cinco tipos) y Boraginaceae y Malvaceae (cuatro tipos cada una). Las familias Fabaceae y Tamaricaceae estuvieron presentes en el 100% de las muestras, la Asteraceae 98%, la Arecaceae y Poaceae 90%, el tipo morfológico Chen-Am 86%, Myrtaceae 80%, Brassicaceae y Salicaceae 76%.

De las 52 muestras de miel analizadas 34 (65%) se clasificaron como mieles monoflorales, de las cuales 20 fueron de *Tamarix* spp., siete de *Prosopis* spp., dos de *Pluchea sericea*, y una muestra de *Symsimbrium irio*, Myrtaceae, *Phoenix dactylifera*, *Coriandrum sativum* y *Washingtonia filifera*, respectivamente (fig. 2). Las mieles monoflorales de *Tamarix* spp. se obtuvieron en el segundo periodo de cosecha (agosto) y las mieles monoflorales de *Prosopis* spp.

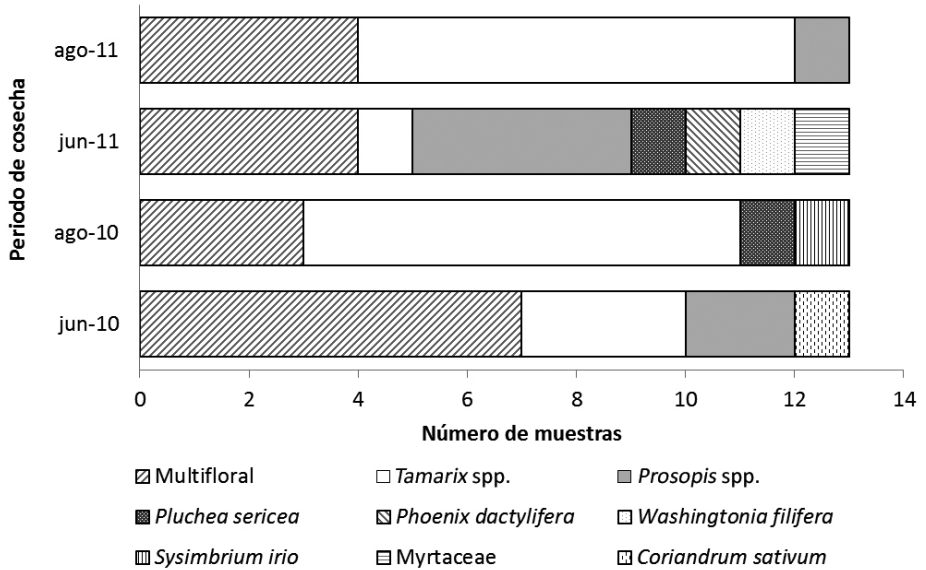


Fig. 2. Clasificación de las mieles por su origen botánico.

fueron más frecuentes en el primer periodo de cosecha (junio). Asimismo la mayoría de las mieles monoflorales corresponden a plantas naturalizadas (*Tamarix* spp., *S. irio*), o cultivadas (Myrtaceae, *P. dactylifera*, *C. sativum*, y *W. filifera*), y con menor frecuencia a especies nativas (*Prosopis* spp., y *P. sericea*). Las fotografías de algunos tipos polínicos registrados en las clases de frecuencias predominantes y secundarios se presentan en la figura 3.

De acuerdo al análisis cuantitativo, una muestra (2%) se ubicó en clase I, 18 (35%) corresponden a la clase II, 27 (52%) a la clase III, dos muestras (4%) a la clase IV, y cuatro (8%) a la clase V (cuadros 1 y 2). En el periodo de agosto 2010 las mieles fueron menos variables en riqueza polínica, presen-

tándose solo dos clases; en cambio en agosto de 2011 fueron más variables presentándose mieles en las cinco clases.

El análisis cualitativo reveló que 48 tipos polínicos, pertenecientes a 24 familias botánicas tuvieron una frecuencia $\geq 1\%$ del total de granos contabilizados en al menos una de las muestras de miel (cuadros 1 y 2). En contraste, hubo 30 tipos polínicos, que corresponden a 17 familias cuya frecuencia fue $< 1\%$.

Considerando la frecuencia de ocurrencia (porcentaje sobre el total de las muestras analizadas en la cual el tipo polínico aparece), sobresale el de *Tamarix* spp. (pino salado), que se encontró en el 100% de las mieles analizadas, seguido de *Prosopis*

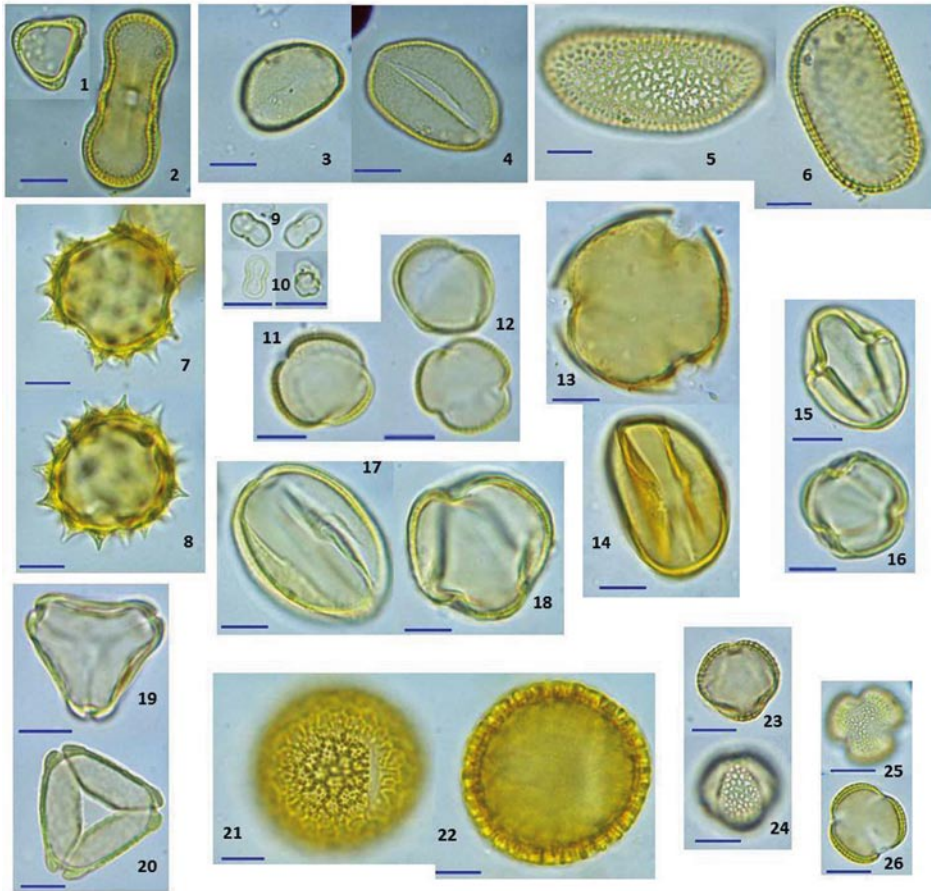


Fig. 3. Tipos polínicos dominantes y algunos secundarios identificados en las mieles del Valle de Mexicali. Apiaceae: 1-2. *Coriandrum sativum*, Arecaceae: 3-4. *Phoenix dactylifera*, Arecaceae: 5-6. *Washingtonia filifera*, Asteraceae: 7-8. *Pluchea sericea*, Boraginaceae: 9-10. *Cryptantha micrantha*, Brassicaceae: 11-12. *Sysimbrium irio*, Fabaceae: 13-14. *Medicago sativa*, Fabaceae: 15-16. *Melilotus indica*, Fabaceae: 17-18. *Prosopis glandulosa*, Myrtaceae: 19-20. *Callistemon viminalis*, Nyctaginaceae: 21-22. *Abronia villosa*, Salicaceae: 23-24. *Salix gooddingi*, Tamaricaceae: 25-26. *Tamarix aphylla*.

La barra en cada foto representa una longitud de 10 micras.

spp. (mezquite y tornillo), *Medicago sativa* (alfalfa), *P. sericea* (Cachanilla) y el tipo Chen-Am (Chamizos y quelites) presentes en el 92% (48), 90% (47) y 87% (45) de las muestras analizadas respectivamente. Otros tipos polínicos con alta frecuencia de ocurrencia fueron Myrtaceae (eucaliptos y cepillo rojo), en 81% (42 mieles), seguido por *W. filifera* (palma de abanico), *S. irio* (mostacilla), Poaceae 1 (pastos), y *S. gooddingi* (sauz), cada uno presente en 76% (38) de las muestras analizadas (cuadros 1 y 2). De los tipos polínicos hallados con valores bajos en las muestras (< 1%), los que tuvieron mayor frecuencia de ocurrencia fueron *Gossypium hirsutum*, *Baccharis salicifolia*, *Acacia saligna*, *Cucumis melo*, *Malvella leprosa*, *Heterotheca* sp., *Heliotropium curassavicum*, *Opuntia* sp., y *Populus fremontii* (cuadros 1 y 2).

Se encontró que el tipo polínico que resultó predominante en el mayor número de muestras fue *Tamarix* spp., además este tipo polínico fue el único que tuvo frecuencia de ocurrencia del 100% en las 52 muestras analizadas (cuadros 1 y 2).

En las muestras de miel colectadas durante junio de 2010 se identificaron 62 tipos polínicos, pertenecientes a 25 familias botánicas. Seis de las trece muestras fueron clasificadas como monoflorales: tres de ellas de *Tamarix* spp., dos de *Prosopis* spp. y una de *C. sativum*. Otros taxones con clases de frecuencia altas $\geq 16\%$ fueron *C. sativum*, *P. sericea*, *C. micrantha*, *Melilotus* sp., *Prosopis* spp., *A. villosa* y *Tamarix* spp. Los tipos polínicos con mayor frecuencia de ocurrencia fueron *P. sericea*, *Prosopis* spp. y *Tamarix* spp., presentes en las trece muestras del periodo, seguidos por *P. dactylifera*, *M. sativa* y

Melilotus sp., que estuvieron presentes en 11 muestras.

Mediante el análisis de las muestras obtenidas el mes de agosto de 2010 fueron identificados 55 tipos polínicos correspondientes a 24 familias botánicas. Diez de las trece muestras se clasifican como monoflorales: ocho de ellas de *Tamarix* spp. una de *S. irio* y otra de *P. sericea*. Los taxones clasificados por clase de frecuencia como polen secundario ($\geq 16\%$) fueron *M. sativa*, *A. villosa*, *Tamarix* spp., *Prosopis* spp., *P. sericea* y el tipo Chenopodiaceae-Amaranthaceae. Aquellos tipos polínicos con las más altas frecuencias de ocurrencia fueron *Tamarix* spp. y *M. sativa*, encontrados en las 13 muestras, Chen-Am en 12, y tanto *Prosopis* spp. como *S. gooddingii* estuvieron presentes en 11 muestras.

En las muestras correspondientes a junio de 2011 se identificaron 64 tipos polínicos, correspondientes a 26 familias botánicas. Nueve de las 13 muestras se clasifican como monoflorales, cuatro de ellas con polen predominante de *Prosopis* spp., mientras que las cinco muestras monoflorales restantes son de *P. sericea*, *P. dactylifera*, *W. filifera*, *Tamarix* spp., y Myrtaceae, respectivamente. Los taxones secundarios ($\geq 16\%$) fueron *Tamarix* spp., *Prosopis* spp., *L. leucocephala*, *S. gooddingi* y el tipo polínico Chenopodiaceae-Amaranthaceae. Al igual que en mismo periodo del año anterior, los tres tipos polínicos con mayor frecuencia de ocurrencia fueron *P. sericea*, *Prosopis* spp. y *Tamarix* spp., estando presentes en las trece muestras; pero en esta ocasión Myrtaceae y *S. irio* estuvieron presentes en 12 de las muestras, mientras que *M. sativa* lo estuvo en 11.

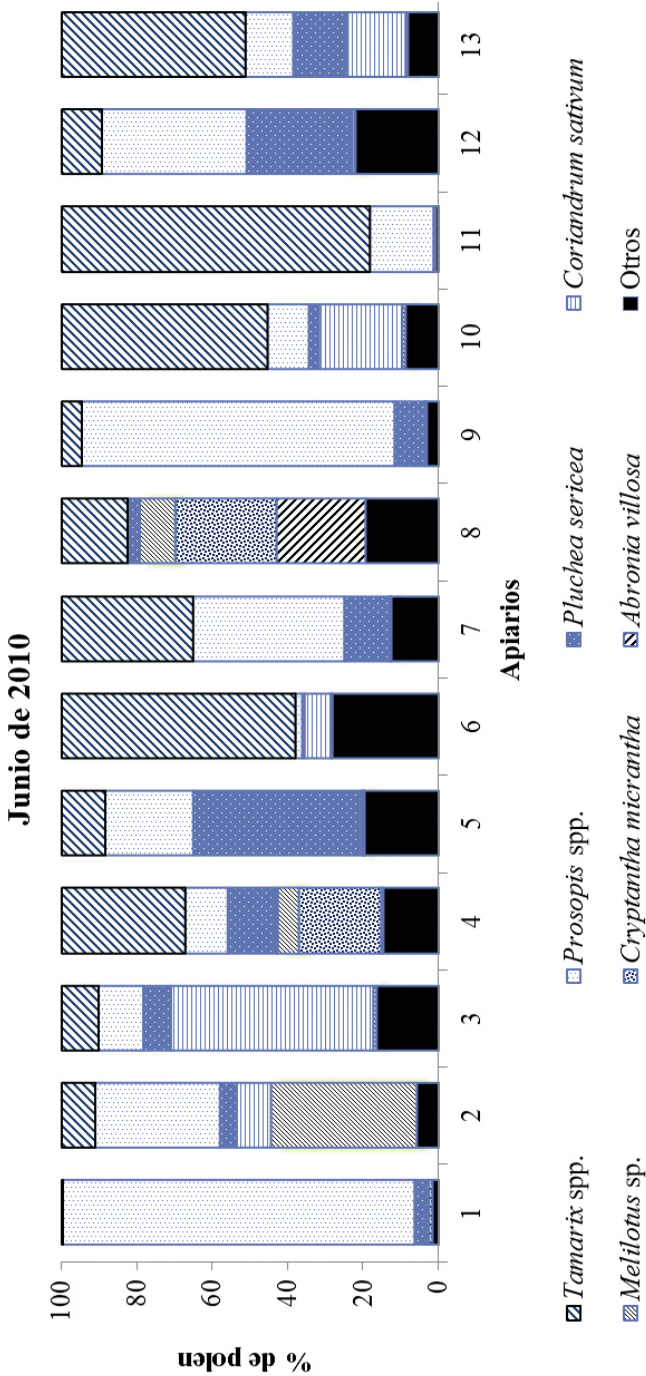


Fig. 4. Tipos polínicos predominantes y secundarios presentes en las muestras de miel cosechadas en junio de 2010 en el Valle de Mexicali (México).

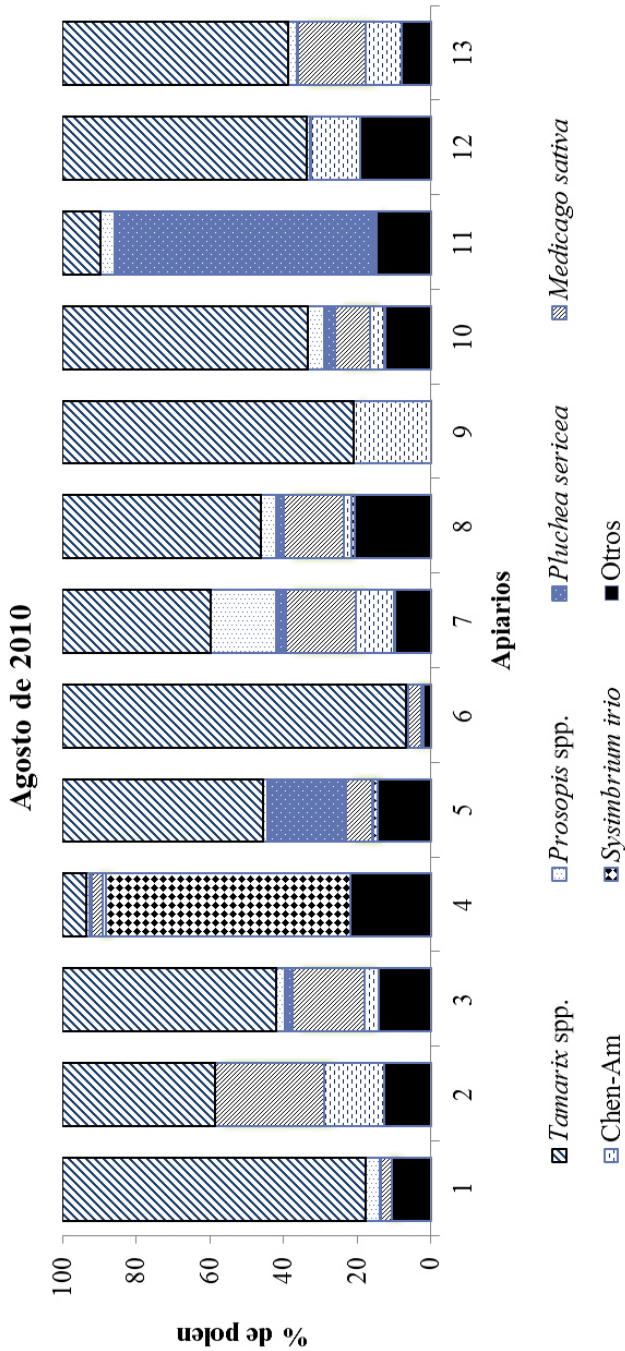


Fig. 5. Tipos polínicos predominantes y secundarios presentes en las muestras de miel cosechadas en agosto de 2010 en el Valle de Mexicali (México).

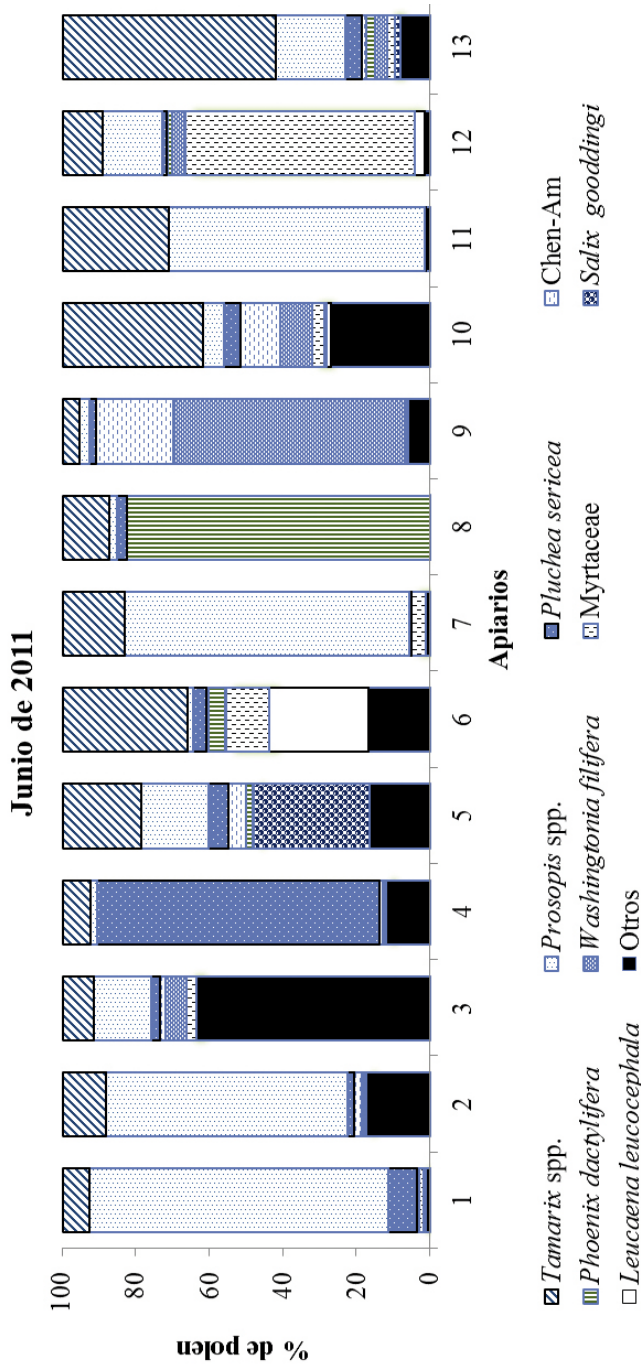


Fig. 6. Tipos polínicos predominantes y secundarios presentes en las muestras de miel cosechadas en junio de 2011 en el Valle de Mexicali (México).

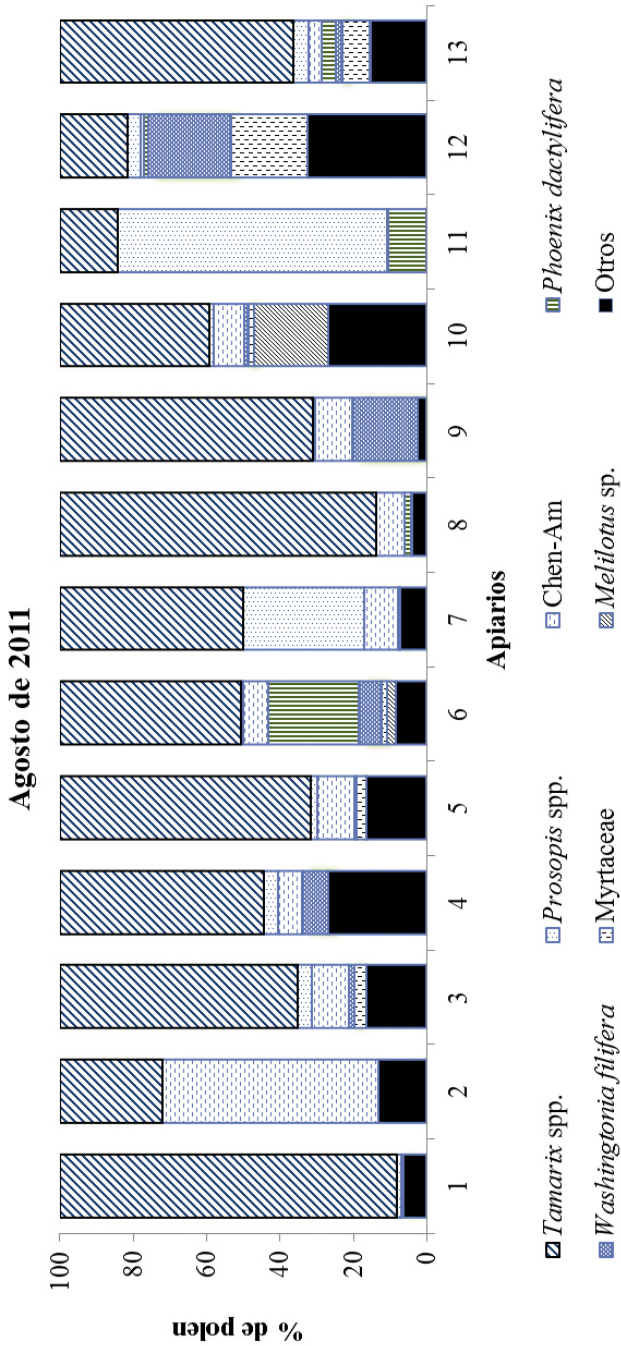


Fig. 7. Tipos polínicos predominantes y secundarios presentes en las muestras de miel cosechadas en agosto de 2011 en el Valle de Mexicali (México).

Los tipos polínicos identificados en las muestras cosechadas en agosto de 2011 fueron 56, correspondientes a 25 familias botánicas. Nueve de las trece muestras se clasificaron como monoflorales, de las cuales en siete el polen predominante fue de *Tamarix* spp.; se obtuvo una muestra de *Prosopis* spp., y otra de Chenopodiaceae-Amaranthaceae. Los tipos polínicos secundarios ($\geq 16\%$) fueron *Tamarix* spp., *P. dactylifera*, *W. filifera*, *Melilotus* sp., y Myrtaceae. Respecto a la frecuencia de ocurrencia, el tipo polínico Chen-Am, al igual que *Tamarix* spp. estuvieron presentes en 13 muestras del periodo, mientras que Poaceae y *M. sativa* fueron identificadas en 12 muestras; también se encontró con alta frecuencia de ocurrencia *Prosopis* spp., *W. filifera*, *S. gooddingi*, *Sorghum bicolor* y *Cynodon dactylon* s.l., cada uno de ellos presente en 11 muestras.

En las figuras 4-7 se muestran los valores porcentuales de los pólenes predominantes y secundarios en cada muestra de miel por periodo de cosecha. Se observa que *Tamarix* es el tipo mejor representado en todos los periodos, principalmente en las mieles del mes de agosto de ambos años, seguido por *Prosopis*, que se clasifica como polen predominante y secundario en las mieles cosechadas en junio, pero no así en las mieles de agosto, en tercer lugar se encuentra *P. sericea* que fue predominante en dos muestras, una de agosto de 2010 y otra de junio de 2011, sin embargo no fue predominante o secundario en las muestras recolectadas en agosto de 2011, este taxón se identificó en el 100% de las muestras obtenidas en junio de ambos años, y en el 87% del total. El polen de *M. sativa* sólo fue taxón secundario en cuatro muestras de agosto de 2011, aunque

su frecuencia de ocurrencia es alta (90%) estando presente en 47 de las 52 muestras.

Otros tipos polínicos sobresalientes por su porcentaje en algunas de las muestras fueron: Chen-Am, que presentó polen predominante en una muestra de agosto de 2011 y secundario en una muestra de agosto de 2010 y en otra de junio de 2011; también *P. dactylifera*, fue predominante en una muestra de junio de 2011 y secundario en otra de agosto del mismo año; también en las mieles de 2011 *W. filifera* fue polen predominante en una muestra de junio y secundario en dos muestras de agosto, una de ellas en el mismo sitio donde previamente había resultado como predominante; lo mismo ocurrió con el polen de Myrtaceae, que siendo predominante en una muestra de junio 2011, para el mismo apiario resultó como secundario en la muestra de agosto del mismo año. El caso de *C. sativum*, fue secundario en una muestra y predominante en otra de las muestras obtenidas en junio de 2010, sin haber llegado a ser predominante o secundario en ninguna muestra de otro periodo. *Melilotus* sp. resultó polen secundario en dos muestras: una correspondiente a junio de 2010 y otra recolectada en agosto de 2011. *S. irio* fue hallado como polen predominante en una muestra de agosto de 2011. Finalmente, cuatro tipos polínicos aparecieron como secundarios en una sola de las muestras, éstos correspondieron a: *S. gooddingi*, *C. micrantha*, *L. leucocephala*, y *A. villosa*.

DISCUSION

Éste es el primer trabajo que describe los tipos polínicos presentes en las mieles de Mexicali, y en el estado de Baja California.

Aunque existen referencias bibliográficas sobre la importancia nectarífera de algunas especies vegetales presentes en el área de estudio (Pellet, 1947; Wiggins, 1980; Crane, 1990; Rebman y Roberts, 2012), en general estas referencias corresponden a observaciones de visitas de abejas a las flores, sin embargo mediante la identificación de los granos de polen de estos recursos nectaríferos en mieles, y otros de los cuales no existían referencias previas, se confirma su importancia para la apicultura en la región.

En las mieles de Mexicali se observa una diversidad de tipos polínicos relativamente baja comparada con otros estudios (Villanueva-Gutiérrez, 1994; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011; Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012; Costa *et al.*, 2013; Jones y Bryant, 2014), ello se explica, en parte, por la relativa homogeneidad del área de estudio y la baja diversidad del hábitat, ocasionada por la sustitución de la vegetación riparia por especies invasivas como *Tamarix* spp. (pino salado) y cultivos agrícolas (Delgadillo, 1998), ya que con frecuencia la diversidad del área donde fue producida la miel se refleja en la diversidad polínica que ésta contiene (González-Porto *et al.*, 2013). También, el espectro polínico refleja un elevado nivel de intervención humana en el área de estudio (Fernandes y Barth, 2012).

Este estudio demostró la importancia de *Tamarix* spp. como fuente de néctar, sobre todo en el segundo periodo de cosecha (agosto), lo cual es congruente con lo observado en campo, ya que la floración de la planta ocurre durante toda la época de producción de miel (mayo a septiembre). Se observó que en agosto se reduce la floración de otras especies vegetales, como

sucede en *Prosopis* spp., a medida que se aproximan los meses más cálidos del año en el Valle de Mexicali (julio y agosto). La dominancia de *Tamarix* spp. en muestras de miel de otras áreas geográficas ha sido reportada por Forcone *et al.* (2003), quienes encontraron que *Tamarix gallica* fue una de las principales fuentes de néctar en la producción de miel en el Valle inferior del Río Chubut (Argentina), tratándose también de una región donde la vegetación original había sido intervenida.

Las familias mejor representadas por su diversidad de tipos polínicos en las mieles analizadas fueron Asteraceae y Fabaceae, lo cual es consistente con lo reportado por Villanueva-Gutiérrez (1984), Crane (1991), Forcone *et al.* (2003) y Costa *et al.*, (2013). Sin embargo en relación a las clases de frecuencia más elevadas, la familia mejor representada fue Tamaricaceae, seguida de Fabaceae y Asteraceae (cuadros 1 y 2).

Los resultados del análisis cuantitativo revelaron que el 52% de las mieles del Valle de Mexicali se ubicaron en el grupo III (27 muestras), lo que indica que proceden de plantas altamente productoras de polen. Además el 34% de las muestras se clasificaron en el grupo II (18 muestras), indicando que proceden de plantas que producen una cantidad normal de polen (Louveaux *et al.*, 1978; Jones y Bryant, 1996; Von der Ohe *et al.*, 2004).

El 11.5% de las muestras de miel se clasificaron en los grupos IV y V, indicando que provienen de plantas con néctares extremadamente ricos en polen (Louveaux *et al.*, 1978; Jones y Bryant, 1996; Von der Ohe *et al.*, 2004). Sin embargo existe evidencia que las mieles pertenecientes a estos grupos

pueden indicar contaminación con celdas de polen (Louveaux *et al.*, 1978). Lo que explicaría los resultados obtenidos, ya que en esta investigación se buscó recolectar solamente trozos de panal que contuvieran miel, pero es posible que algunas celdas contuvieran polen, lo que pudo sobrerrepresentar el contenido de polen en las muestras de miel estudiadas.

De acuerdo al origen botánico, la mayoría de las mieles producidas en Mexicali pueden considerarse como monoflorales, principalmente aquellas con dominancia de polen de *Tamarix* spp. que pese a tratarse de un grupo de especies introducidas e invasivas (Rebman y Roberts, 2012), resultan ser el recurso nectarífero más importante para el Valle de Mexicali. Pero desde el punto de vista comercial, resulta más atractiva la posibilidad de ofrecer mieles cuyo polen predominante proceda de la vegetación nativa (*Prosopis* spp. y *P. sericea*), y en segundo término las que proceden de cultivos regionales (*C. sativum* y posiblemente *M. sativa*).

En este estudio se encontraron contenidos elevados de polen de *M. sativa*, sin embargo las mieles monoflorales de *M. sativa* tienden a tener bajos contenidos totales de polen (Forcone, 2008), lo que difiere a nuestros resultados. Probablemente este alto contenido de polen se haya debido a una contaminación secundaria, mediante celdas con polen de este taxón por lo tanto no se consideraron mieles monoflorales de *M. sativa*.

Se conoce que no todos los taxa contribuyen en la misma proporción a la producción de miel (Jones y Bryant, 2014), ante lo cual debería considerarse el uso de los llamados “coeficientes de polen”, cuyo uso no es generalizado e implica amplio conocimiento

de la producción relativa de polen de cada especie, así como del comportamiento de las abejas y su capacidad para filtrarlos (Bryant y Jones, 2001). Para muchos de los tipos polínicos encontrados en las mieles no existen estos coeficientes de polen, y se consideró que para la correcta denominación botánica de las mieles se deben tomar en cuenta también parámetros fisicoquímicos y organolépticos (Von der Ohe *et al.*, 2004). Por lo anterior, en el presente estudio no se aplicaron algunos criterios generalmente aceptados como excepciones en la denominación botánica de las mieles, al considerar que se requieren más análisis a las mieles de la región.

Por su frecuencia de ocurrencia, y por sus clases de frecuencia, *Tamarix* spp., *Prosopis* spp., y *P. sericea* se pueden considerar las principales fuentes de néctar y elementos representativos de las mieles del Valle de Mexicali.

Los elevados valores de polen de Poaceae, así como su alta frecuencia de ocurrencia, se relacionarían con una contaminación secundaria –producida dentro de la colmena, por una alta recolección de este recurso como fuente de polen–. Especies anemófilas o plantas sin nectarios, como las Poaceae llegan a ser fuente de polen en épocas de escasez, y forman parte integral del uso que las abejas hacen de los recursos vegetales y como elementos presentes y característicos de mieles producidas en regiones geográficas determinadas (Sajwani *et al.*, 2007; Jones y Bryant, 2014; Ponnuchamy *et al.*, 2014).

Este estudio reveló baja representación de polen de *Gossypium hirsutum* en las muestras de miel del Valle de Mexicali, a pesar de la gran superficie sembrada con este

cultivo en la zona de estudio (32 000 ha, SIAP, 2011). Esta planta se considera una especie que produce néctar en abundancia (Crane, 1990), cuyas flores son visitadas con frecuencia por *A. mellifera* (Pise y Viraktamath, 2015) y llegan a producirse mieles monoflorales (Persano-Oddo *et al.*, 2004), aun cuando su productividad no depende de la polinización por abejas (Barfield *et al.*, 2015). Esta baja presencia se podría explicar en parte debido a que el grano de polen de *G. hirsutum* es relativamente grande (Pise y Viraktamath, 2015) y en el transporte del néctar a la colmena las abejas filtran muchos de los granos de polen (Todd y Vansell, 1942). Adicionalmente, el uso frecuente de agroquímicos, como imidacloprid (Keefer y Gold, 2014), podría reducir la visita de las abejas a este cultivo, debido a efectos subletales (Schneider *et al.*, 2012). Y finalmente, las variedades transgénicas de algodón que se utilizan localmente podrían no ser atractivas para las abejas. No obstante, en otras áreas geográficas no se ha reportado que existan diferencias entre el número de visitas de abejas a flores de algodón transgénico y no transgénico (Pierre y Hofs, 2010; Pise y Viraktamath, 2015).

CONCLUSIONES

Los principales recursos néctar poliníferos usados por *A. mellifera* en el Valle de Mexicali corresponden a especies introducidas, tanto plantas naturalizadas como cultivos agrícolas, con presencia de *Tamarix* spp. en todas las mieles analizadas, así como algunos elementos representativos de la vegetación original, como *Prosopis* spp. y *Pluchea sericea*. Otras especies importantes en la producción de miel son *Coriandrum sativum*, *Phoenix dactylifera*, *Washingtonia filifera* y *Sysimbrium irio*.

El 65% de las mieles cosechadas en el Valle de Mexicali pueden describirse como monoflorales, y de éstas más de la mitad contienen como polen predominante el de *Tamarix* spp.; también se producen mieles monoflorales de *Prosopis* spp., *Pluchea sericea*, y en menor medida de *Coriandrum sativum*, *Washingtonia filifera*, *Phoenix dactylifera*, Myrtaceae y *Sysimbrium irio*. La mayor parte de las mieles monoflorales de *Prosopis* spp. se obtienen durante la primera cosecha (junio) y en la segunda cosecha (agosto) predominan las mieles de *Tamarix* spp. Los taxones *Tamarix* spp., *Prosopis* spp. y *Pluchea sericea* constituyen los elementos representativos de las mieles analizadas.

LITERATURA CITADA

- Barfield, A.S.; J.C. Bergstrom, S. Ferreira, A.P. Covich, y K.S. Delaplane, 2015. "An Economic Valuation of Biotic Pollination Services in Georgia". *J. Econ. Entomol.*, **108**(2): 388-398.
- Brun, L.; A. Abdulsamad, C. Geurtsen, y G. Gereffi, 2010. *Agricultural Value Chains in the Mexicali Valley of Mexico*. Center on Globalization Governance & Competitiveness. 33 pp.
- Bryant, V.M., y G. D. Jones, 2001. "The R-Values of Honey: Pollen Coefficients". *Palynology*, **25**: 11-28.
- Camargo-Bravo A, y R. García-Cueto. 2012. "Evaluación de dos Modelos de Reducción de Escala en la Generación de Escenarios de Cambio Climático en el Valle de Mexicali en México". (Spanish). *Inf. Tecnol.*, **23**(3): 11-20.

- Castellanos-Potenciano, B.P.; E. Ramírez-Arriaga, y J. M. Zaldivar-Cruz, 2012. "Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Tabasco, México". *Acta Zool. Mex.*, **28**(1): 13-36.
- Costa, M.C.; V.A. Vergara-Roig, y S.C. Kivatinitz, 2013. "A melissopalynological study of artisanal honey produced in Catamarca (Argentina)". *Grana*, **52**(3): 229-237.
- Crane, E., 1990. *Bees and beekeeping: science, practice and world resources*. Cornell University Press. 614 pp.
- Crane, E., 1991. "The plant resources of honey bees". *Apiacta*, **26**: 57-64.
- Decourtye, A.; E. Mader, y N. Desneux. 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agroecosystems. *Apidologie* 41: 264-277.
- Delgadillo, R.J., 1998. *Florística y Ecología del Norte de Baja California*. 2a. ed. Universidad Autónoma de Baja California. 413 pp.
- Erdtman, G., 1943. *An introduction to pollen analysis*. Chronica Botanica. Company, Waltham, Massachusetts, USA. 239 pp.
- FAOSTAT, 2014. *Statistics Division*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Consultado el 10 de octubre de 2013). Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>.
- Fernandes, C., y O.M. Barth, 2012. "Pollen analysis of honey and beebread derived from Brazilian mangroves". *Braz. J. Bot.*, **35**(1):79-85.
- Forcone, A., 2008. "Pollen analysis of honey from Chubut (Argentinean Patagonia)". *Grana*, **47**: 147-158.
- Forcone, A.; O. Bravo, y M.G. Ayestarán, 2003. "Intraannual variations in the pollinic spectrum of honey from the lower valley of the River Chubut (Patagonia, Argentina)". *Span. J. Agric. Res.*, **1**(2): 29-36.
- Forcone, A., y S. Ruppel, 2012. "Polen de interés apícola del Noroeste de Santa Cruz (Patagonia Argentina): aspectos morfológicos". *Bot. Soc. Argent. Bot.*, **47**(1-2): 77-86.
- García, E., 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. 4a. edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF, 217 pp.
- González-Porto, A.V.; T. Martín-Arroyo, M.J. Gil-García, B. Ruíz-Zapata, J. Álvarez-Jiménez, y C. Bartolomé, 2013. "Predicting the natural vegetation in a region by comparing the pollen in two biological vectors: bryophytes and honey". *Grana*, **52**(2): 136-146.
- Jones, G.D., y V.M. Bryant, 1996. "New Frontiers in Palynology 23D-Melissopalynology". Jansonius, J. y McGregor, D.C. (Ed.). *Palynology: principles and*

- applications*. American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation, vol. 3. pp. 933-938.
- Jones, G.D., y V.M. Bryant, 2014. "Pollen Studies of East Texas Honey". *Palynology*, **38**(2): 242-258.
- Kamble, K.D.; R.S. Pandit, y K.L. Rao, 2015. "Melittopalynological Investigations of Honey from Sunderban region, West Bengal, India". *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.*, **85**(1): 101-106.
- Kapp, R.O.; K.D. Owen, y J. E. King, 2000. *Pollen and Spores*. 2nd ed. American Association of Stratigraphic Palynologists, 279 pp.
- Keefer, T.C., y R.E. Gold, 2014. "Recovery of Imidacloprid from Leachate and Soil". *Southwest Entomol.*, **39**(3), 427-438.
- Loveaux, J.; A. Maurizio, y G. Vorwhol, 1978. "Methods of melissopalynology". *Bee World*, **59**: 139-157.
- Martin, P.S., 1963. *The last 10,000 Years, a Fossil Pollen Record of the American Southwest*. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press. 87 pp.
- Maurizio, A., 1939. "Untersuchungen zur quantitativen Pollen-analyse des Honigs". *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung and Hygiene*, **30**: 27-69.
- OEIDRUS, 2010. *Estudio Apícola en Baja California* (entrevista directa a productores). Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California (consultado en línea: http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/biblioteca/Estudios/Pecuarios/DOCUMENTO%20APICOLA.pdf 30/nov/2011).
- Palacios-Chávez, R.; B. Ludlow-Wiechers, y R. Villanueva-Gutiérrez, 1991. *Flora palinológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 321 pp.
- Pellet, F.C., 1947. *American Honey Plants*. Orange Judd Publishing Company, Inc., New York. 268 pp.
- Persano-Oddo, L.; L. Piana, S. Bogdanov, A. Bentabol, P. Gotsiou, J. Kerkvliet, P. Martin, M. Morlot, A. Ortiz-Valbuena, K. Ruoff, y K. Von Der Ohe, 2004. "Botanical species giving unifloral honey in Europe". *Apidologie*, **35**: S82-S93.
- Pierre, J., y J.L. Hofs, 2010. "Astylus atromaculatus (Coleoptera: Melyridae): Abundance and Role in Pollen Dispersal in Bt and Non-Bt Cotton in South Africa". *Environ. Entomol.*, **39**(5): 1523-1531.
- Pise, V., y S. Viraktamath, 2015. "Comparative studies on the pollinator fauna and foraging activity of honey bees on Bt and non-Bt cotton hybrids". *Karnataka J. Agric. Sci.*, **28**(1): 41-43.
- Ponnuchamy, R.; V. Bonhomme, S. Prasad, L. Das, y P. Patel, 2014. "Honey Pollen: Using Melissopalynology to Un-

- derstand Foraging Preferences of Bees in Tropical South India". *PLoS ONE*, **9**(7): e101618. doi:10.1371/journal.pone.0101618.
- Ramírez-Arriaga E.; L. Navarro-Calvo, y E. Díaz-Carbajal, 2011. "Botanical characterization of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis". *Grana*, **50**(1): 40-54.
- Rebman, J.P., y N.C. Roberts, 2012. *Baja California plant field guide*. 3ra. ed. San Diego Natural History Museum. 451 pp.
- Reyes, J.L.; R. Muñoz S., P. Cano R., F.A. Eischen, y C.E. Blanco. 2009. *Atlas del polen de la Comarca Lagunera, México*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 336 pp.
- SAGARPA, 2014. *Precios de Miel. Notiabeja 2014-3*. Publicación del Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, de la Coordinación General de Ganadería. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [en línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/NOTIABEJA/Notiabj%202014-MAY-JUN.pdf> Consultado 17 oct 2014.
- Sajwani A.; S.A. Farooq, A. Patzelt, E.A. Eltayeb, V.M. Bryant, 2007. "Melissopalynological studies from Oman". *Palynology*, **31**: 63-79.
- SIAP, 2011. *Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [en línea]. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> Consultado 11 may 2015.
- SIAP, 2014. *Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [en línea]. <http://www.siap.gob.mx/ganaderia/> Consultado 17 oct 2014.
- Sahinler, S.; N. Sahinler, y A. Gul, 2009. "Determination of Honey Botanical Origin by Using Discriminant Analysis". *J. Anim. Vet. Adv.*, **8**(3): 488-491.
- Schneider, C.W.; J. Tautz, B. Grünwald, y S. Fuchs, 2012. "Tracking of Sublethal Effects of Two Neonicotinoid Insecticides on the Foraging Behavior of *Apis mellifera*". *PLoS ONE* **7**(1): e30023. doi:10.1371/journal.pone.0030023
- Todd, F.E., y G.H. Vansell, 1942. "Pollen grains in nectar and honey". *J. Econ. Entomol.*, **35**: 728-731.
- Villanueva-Gutiérrez, R., 1984. "Plantas de importancia apícola en el ejido de Plan del Río, Veracruz, México". *Biótica*, **9**(3): 279-340.
- Villanueva-Gutiérrez, R., 1994. "Nectar sources of European and Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) in the Yucatán Peninsula, Mexico". *J. Apicult. Res.*, **33**(1): 44-58.
- Villanueva-Gutiérrez, R., Y.B. Moguel-Ordóñez, G.C.M. Echazarreta, y L.G. Arana, 2009. "Monofloral honeys

- in the Yucatán Peninsula, Mexico”. *Grana*, **48**: 214-223.
- Villanueva-Gutiérrez, R.; C. Echazarreta-Gonzalez, D.W. Roubik, y Y.B. Moguel-Ordoñez, 2014. “Transgenic soybean pollen (*Glycine max* L.) in honey from the Yucatan península, Mexico”. *Scientific Reports*. [en línea 2014/02/07] <http://dx.doi.org/10.1038/srep04022>
- Von der Ohe, W.; L. Persano O., M. L. Piana, M. Morlot, y P. Martin, 2004. “Harmonized methods of melissopalynology”. *Apidologie*, **35**: S18-25.
- Wiggins, I.L., 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press, Stanford, California. 1025 pp.
- Zavala-Olalde, A.; I. Colmo-González, N. Matalí Pérez, L. Piana, B. Olivier, A. Méndez-Villarreal, y R. Vandame, 2013. “Characterization of four typical honeys from highly diverse tropical ecosystems”. *J. Apicult. Res.*, **52**(2): 24-34.

Cuadro 1. Tipos polínicos presentes en muestras de miel del Valle de Mexicali, Baja California, durante dos periodos de cosecha de 2010. Clases de Frecuencia: P = Polen dominante (>45%), S = Polen secundario (16-45%), I = Polen de importancia menor (3-15%), M = Polen menor (>1 - <3%), y + = Polen presente (≤1%). FO = Frecuencia de ocurrencia en el periodo (%).

Taxón	Periodo/Apiario																										
	Junio de 2010										Agosto de 2010																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Aizoaceae																											
<i>Sesuvium verrucosum</i>																											
Alliaceae																											
<i>Allium cepa</i>																											
Aloaceae																											
<i>Aloe sp.</i>																											
Apiaceae																											
<i>Apium graveolens</i>																											
<i>Coriandrum sativum</i>																											
Areaceae																											
<i>Phoenix dactylifera</i>																											
<i>Washingtonia filifera</i>																											
Asteraceae																											
<i>Ambrosia dumosa</i>																											
<i>Baccharis salicifolia</i>																											
<i>Baccharis sarothroides</i>																											
<i>Carthamus tinctorius</i>																											
<i>Chloracantha spinosa</i>																											
<i>Geraea canescens</i>																											
<i>Helianthus sp.</i>																											
<i>Heterotheca sp.</i>																											
<i>Palafoxia arida</i>																											
<i>Pectis sp.</i>																											
<i>Pluchea sericea</i>																											
<i>Taraxacum spp.</i>																											
Bignoniaceae																											
<i>Tecoma stans</i>																											

Cuadro 1. Continuación.

Taxón	Periodo/Apiario																												
	Junio de 2010													Agosto de 2010															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	
Boraginaceae																													
<i>Cryptantha angustifolia</i>				+									0														8		
<i>Cryptantha micrantha</i>	M			I	M		S					31						M		M						15			
<i>Heliotropium curassavicum</i>											+		8														0		
Brassicaceae																													
<i>Brassica</i> spp.				M			M					15					I									1			
<i>Symbrium irio</i>			M	I		M	M		M	M	I	M	69					P	M		M	M		M	M	M	54		
Cactaceae																													
<i>Opuntia</i> sp.	+											+	15														8		
Chenopodiaceae-																													
Amaranthaceae																													
Chen-Am				M	M		M	M	M	M	M	M	77					I	I	M	M	I	M	S	I	M	I	92	
Convolvulaceae																													
<i>Convolvulus arvensis</i>	M			M	M							31														0			
<i>Cressa truxillensis</i>												M	8						M								8		
Cucurbitaceae																													
<i>Citrullus lanatus</i>					M	M	M	M				38						M				M				15			
<i>Cucumis melo</i>				+		+		+				23					+				+					15			
<i>Cucurbita maxima</i>												0										+				8			
Fabaceae																													
<i>Acacia saligna</i>	+	+		+		+		+		+	+	62														0			
<i>Leucaena leucocephala</i>				M	M	M		M		M	M	62					M									8			
<i>Lotus</i> sp.				+								8														0			
<i>Lupinus</i> sp.				+																									
<i>Medicago sativa</i>	M	I	M	I	M	I		M	M		M	85					M	S	M	I	I	S	I	M	I	M	S	100	
<i>Melilotus</i> sp.	M	S	M	I	M		M	I	M	M	M	85					M				M	I		M		M	38		
<i>Parkinsonia</i> spp.			M	I	M		M	M	M	M		62					M	I			I	M		M	I	M	62		

Cuadro 1. Continuación.

Taxón	Periodo/Apiario																											
	Junio de 2010												Agosto de 2010															
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO
<i>Prosopis</i> spp.	P	S	I	I	S	M	S	M	P	I	S	S	I	100	I	---	---	M	M	M	S	I	---	I	I	M	M	85
<i>Sesbania herbacea</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	---	---	M	M	---	---	---	---	---	---	---	15	
<i>Trifolium</i> spp.	---	M	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	15	---	---	M	---	M	---	---	M	---	---	---	---	23		
Fagaceae	M	---	---	---	---	---	---	M	---	---	M	---	23	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8		
Geraniaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0		
Geraniaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0		
Lamiaceae	---	---	M	---	---	M	---	I	---	---	---	23	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	15			
Malvaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
<i>Gossypium hirsutum</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	---	---	+	---	---	+	---	---	---	---	31		
<i>Malvella leprosa</i>	---	---	---	---	---	---	+	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+	8			
<i>Sphaeralcea ambigua</i>	---	---	---	M	M	---	---	---	---	---	---	15	---	---	---	---	M	---	---	---	---	M	---	---	15			
Myrtaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
Myrtaceae	M	M	I	M	M	I	M	---	---	I	---	I	77	M	M	M	M	M	M	M	---	---	M	---	M	77		
Nyctaginaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	M	---	---	M	---	---	---	---	15		
<i>Abronia villosa</i>	---	---	---	M	M	M	---	S	---	---	---	31	---	---	---	---	M	---	---	---	M	---	---	---	15			
Oleaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0		
<i>Fraxinus velutina</i>	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	M	M	23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0		
Onagraceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0		
<i>Camissonia</i> spp.	---	---	---	---	---	---	---	I	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0			
Poaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
<i>Cynodon dactylon</i> s.l.	---	---	---	M	---	M	M	M	---	---	M	M	54	---	M	---	M	M	M	---	M	M	---	M	M	69		
<i>Phalaris minor</i> s.l.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8			
Poaceae I	---	M	M	I	M	I	---	M	M	M	---	69	M	M	M	---	M	M	I	M	---	I	---	M	77			
<i>Sorghum bicolor</i>	---	---	---	M	I	M	---	---	---	---	M	38	I	M	---	M	M	M	M	---	I	---	M	M	77			
<i>Zea mays</i>	---	---	---	M	M	---	---	---	---	---	---	15	---	M	M	---	---	---	---	M	---	M	---	M	31			

Cuadro 1. Conclusión.

Taxón	Periodo/Apiario																										
	Junio de 2010												Agosto de 2010														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Polygonaceae																											
<i>Eriogonum</i> spp.											M		8					M									15
<i>Polygonum fusiforme</i>	M				M		M			M		38		M					M							23	
<i>Polygonum persicaria</i>									M		M		15		M	M											15
Rosaceae																											
<i>Adenostoma fasciculatum</i>													15														0
<i>Fragaria</i> sp.													8														8
Rutaceae																											
<i>Citrus</i> spp.													77					I	M		M						62
Salicaceae																											
<i>Populus fremontii</i>													0														8
<i>Salix gooddingi</i>	M	M	M			M			M		M		62	M	M	M	M	M	M		M	M	M	M			85
Solanaceae																											
<i>Physalis</i> sp.	I	M				I		I				M	38														0
<i>Solanum</i> sp.			M	M		M		M				M	46			M	M	M									38
Tamaricaceae																											
<i>Tamarix</i> spp.	M	I	I	S	I	P	S	I	I	P	P	I	S	100	P	S	P	I	P	P	S	S	P	P	I	P	100
Zygophyllaceae																											
<i>Larrea tridentata</i>	M		M	M		M		M			M		54		M												15
Número de tipos polínicos	16	17	26	38	21	30	23	18	22	21	11	33	22	9	23	22	23	30	14	18	27	9	23	14	13	20	
Clase	II	III	II	II	III	II	II	II	III	III	V	III	III	III	III	III	III	III	III	III	II	III	III	III	III	III	III

Cuadro 2. Tipos polínicos presentes en muestras de miel del Valle de Mexicali, Baja California, durante dos periodos de cosecha de 2011. Clases de Frecuencia: P = Polen dominante (> 45%), S = Polen secundario (16-45%), I = Polen de importancia menor (3-15%), M = Polen menor (> 1 - < 3%), y + = Polen presente (≤ 1%). FO = Frecuencia de ocurrencia en el periodo (%).

Taxón	Período/Apiario																											
	Junio de 2011						Agosto de 2011																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO
Aizoaceae																												
<i>Sesuvium verrucosum</i>																												
Alliaceae																												
<i>Allium cepa</i>																												
Apiaceae																												
<i>Apium graveolens</i>																												
<i>Coriandrum sativum</i>																												
Araceae																												
<i>Phoenix dactylifera</i>																												
<i>Washingtonia filifera</i>																												
Asteraceae																												
<i>Ambrosia dumosa</i>																												
<i>Baccharis salicifolia</i>																												
<i>Baccharis sarothroides</i>																												
<i>Carthamus tinctorius</i>																												
<i>Chloracantha spinosa</i>																												
<i>Geraea canescens</i>																												
<i>Helianthus sp.</i>																												
<i>Heterotheca sp.</i>																												
<i>Lactuca sp.</i>																												
<i>Palafoxia arida</i>																												
<i>Pectis sp.</i>																												
<i>Pluchea sericea</i>																												
<i>Sonchus sp.</i>																												
<i>Taraxacum spp.</i>																												

Cuadro 2. Continuación.

Taxón	Periodo/Apiario																											
	Junio de 2011														Agosto de 2011													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO
Bignoniaceae									M				M															
<i>Tecoma stans</i>																												
Boraginaceae																												
<i>Cryptantha micrantha</i>																												
<i>Ehretia tinifolia</i>																												
<i>Heliotropium curassavicum</i>																												
Brassicaceae																												
<i>Brassica</i> spp.																												
<i>Symbrium irio</i>																												
Burseraceae																												
<i>Bursera</i> sp.																												
Cactaceae																												
<i>Opuntia</i> sp.																												
Chenopodiaceae- Amaranthaceae																												
Chen-Am																												
Convolvulaceae																												
<i>Convolvulus arvensis</i>																												
<i>Cressa traxillensis</i>																												
<i>Ipomoea cairica</i>																												
Cucurbitaceae																												
<i>Citrullus lanatus</i>																												
<i>Cucumis melo</i>																												
Euphorbiaceae																												
<i>Euphorbia</i> sp.																												
Fabaceae																												
<i>Acacia saligna</i>																												

Cuadro 2. Continuación.

Taxón	Periodo/Apiario																												
	Junio de 2011							Agosto de 2011																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	
<i>Leucaena leucocephala</i>						S			M		M			23														0	
<i>Medicago sativa</i>	M	M	I	I	I	M	I	M	M		M	I	I	85	M	I	I	I	I	I	I	M	M	I		I	I	92	
<i>Melilotus</i> sp.	I		I		M		M		M		M			54				M	M	M	M		S				M	38	
<i>Parkinsonia</i> spp.	M			M	M	M		M	M		M	M	M	62			M	M	M	M	M		M		M		M	54	
<i>Prosopis</i> spp.	P	P	I	M	I	M	P	M	M	I	P	I	S	100	M		I	I	M	M	S		M	M	P	I	I	85	
<i>Sesbania herbácea</i>														0			M	M		M			M		M		M	31	
<i>Trifolium</i> spp.			I		M									15			M	M					M		M		M	31	
Fagaceae																													
<i>Quercus</i> sp.	M				M	M								23														0	
Lamiaceae																			M							M		15	
Lythraceae																													
<i>Punica granatum</i>														8														0	
Malvaceae																													
<i>Gossypium hirsutum</i>														23														31	
<i>Malva parviflora</i>														8														0	
<i>Malvella leprosa</i>														15														15	
<i>Sphaeralcea ambigua</i>	M	M												23						M								8	
Myrtaceae																													
Myrtaceae	M	M	M	M	I	I	M				I	M	P	M	92										M	M	S	I	77
Nyctaginaceae																													
<i>Abronia villosa</i>	M					M								15						M		M						15	
Oleaceae																													
<i>Fraxinus velutina</i>														15													I	8	
Onagraceae																													
<i>Camissonia</i> spp.														0													M	8	

Cuadro 2. Conclusión.

Taxón	Periodo/Apiario																											
	Junio de 2011														Agosto de 2011													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	FO
Pinaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0
<i>Pinus</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0
Poaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	54	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	85
<i>Cynodon dactylon</i> s.l.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	54	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	85
<i>Phalaris minor</i> s.l.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	31
Poaceae 1	M	I	I	M	M	---	---	---	I	M	---	---	M	54	M	I	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	92
<i>Sorghum bicolor</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	62	M	M	I	I	M	M	M	M	M	M	M	M	M	85
<i>Zea mays</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8
Polygonaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Eriogonum</i> spp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Polygonum fusiforme</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	15	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Polygonum persicaria</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
Rutaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Citrus</i> spp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
Salicaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Populus fremontii</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Salix gooddingi</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
Solanaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Physalis</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Solanum</i> sp.	M	M	I	---	M	M	M	---	---	---	---	---	M	54	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	54	
Tamaricaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Tamarix</i> spp.	I	I	I	I	S	S	I	I	S	S	I	P	100	P	S	P	P	P	S	S	P	S	P	S	I	S	100	
Zygophyllaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	38	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
<i>Larrea tridentata</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	38	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
Número de tipos polínicos	17	23	27	19	32	26	13	11	16	28	8	22	27	12	10	25	27	28	28	24	14	21	30	11	27	25		
Clase	V	III	II	III	II	II	II	IV	III	III	V	III	II	III	V	II	II	IV	I	II	III	III	III	III	II	II		