

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**Instituto de Ciencias Agrícolas
Instituto en Investigaciones en Ciencias Veterinarias**



**CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LAS MIELES
DEL VALLE DE MEXICALI Y ENSENADA, BAJA CALIFORNIA**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTA

LUIS ALANIZ GUTIÉRREZ

DIRIGIDA POR:

**DR. CARLOS ENRIQUE AIL CATZIM
DR. ROGEL VILLANUEVA GUTIÉRREZ**

Mexicali, Baja California

mayo de 2015

La presente tesis **CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LAS MIELES DEL VALLE DE MEXICALI Y ENSENADA, BAJA CALIFORNIA**” realizada por el **C. Luis Alaniz Gutiérrez**, dirigido por el Dr. Carlos Enrique Ail Catzim, ha sido evaluada y aprobada por el Comité Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias Agropecuarias

Comité Particular

Dr. Carlos Enrique Ail Catzim
Director de Tesis

Dr. Rogel Villanueva Gutiérrez
Co-Director de Tesis

Dr. José Delgadillo Rodríguez
Sinodal

Dr. Martín Eduardo Ortiz Acosta
Sinodal

Dr. Edmundo García Moya
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

A la *Universidad Autónoma de Baja California y su Instituto de Ciencias Agrícolas*, sus profesores y personal administrativo por haberme brindado la oportunidad de continuar mi formación académica.

A la *Fundación PRODUCE para la Investigación Agropecuaria y Forestal del Estado de Baja California, A.C.*, que financió este trabajo a través del proyecto “Caracterización de la Flora Apícola en los principales Ecosistemas de Baja California” (Folio 02-2009-1364) durante 2009 y 2010, y “Validación y transferencia de tecnologías para incrementar la producción de miel en el Valle de Mexicali” durante 2012. Gratitud especial a quien fue su Director durante ese periodo: el Ing. Luis Manuel Pérez Valencia. Además, se contó con el subsidio del *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)*, a través de la beca No. 286745/236486.

A los profesores del Programa de *Doctorado en Ciencias Agropecuarias*, particularmente al Dr. Tomás Salvador Medina Cervantes[†], cuya voluntad y entusiasmo fueron determinantes para mi ingreso al programa doctoral.

A los miembros del Comité de esta tesis, por toda su paciencia, confianza e interés en el trabajo desde el primer momento, todos ellos han sido decisivos en la cristalización de este sueño.

También al Dr. David Calderón, la Dra. Esmeralda Rodríguez, la Dra. Silvia Ahumada, el Dr. Leonel Avendaño, y el Dr. Manuel Cruz Villegas, así como a Juana Graciela Ortiz, quienes pese a no formar parte del Comité de Tesis, en todo momento brindaron su apoyo incondicional y las facilidades de acceso a infraestructura y equipo que hicieron posible el trabajo de laboratorio y microscopio que este trabajo requirió. Así mismo, brindaron desinteresadamente su tiempo los Doctores Carlos Aurelio Medina Flores (UAZ) y José Luis Reyes Carrillo (UAAAN), y Eduardo Morales.

A cada uno de los miembros de mi familia, por todo lo que les debo, y su impulso permanente para el alcance de esta meta.

A los apicultores de Baja California, por continuar compartiendo sus experiencias en esta apasionante actividad, y haberme brindado las facilidades y el acceso a sus apiarios en todo el proceso de recolecta de muestras, además de ser grandes colaboradores y amigos.

A mis amigos y compañeros, que en diversas formas colaboraron en este proceso: Ramiro Gutiérrez, Saúl Serrano, Rosalío López, Elizeth Loya, Juan Carlos Viramontes, José Luis Ponce, Francisco Serna, Andrea Filatoff, Francisco García Marisela Duarte, Miguel Ángel Gastélum, Ana Gabriela Alvarado, Marisela Ruiz, Dixy May, Zaira Santana, Víctor A. Negrete, Antonio Montoya, Carolina Navarrete, Yolanda Garrido, Cesar A. Ramos, Bernardino Cabrera, Francisco Ojeda, Carlos Landeros, Manuel Velázquez, Mario Mejía, Ángel Suarez, Mario Sandoval, Manuel Hernández, Eudor, Raúl Alfaro, y la Familia Pérez Hinojosa, que me adoptó durante estos años en el Ejido Nuevo León.

A todos aquellos que han contribuido en diferentes formas para alentar la sed de conocimiento, y a personas en instituciones que me han dado la oportunidad de aportar un granito de arena para construir una sociedad y medio ambiente mejores, compañeros permanentes del mismo camino, de muchos sueños comunes: *GRINVIN-URUZA, FC-UABC, FIRCO, CONAFOR, UAMVZ2-UAGro*.

Al Ser Supremo, como sea que le llamemos, que nos ha permitido andar por tantos caminos.

CONTENIDO

RESUMEN	1
SUMMARY	3
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	5
CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1 La Miel	8
2.2 La Melisopalinología.....	9
2.2.1 Mieles monoflorales y multiflorales.....	11
2.2.2 Bondades del análisis melisopalinológico.....	12
2.2.3 Consideraciones necesarias en los análisis de polen	15
2.3 Melisopalinología y vegetación.....	15
2.4 Otras técnicas para identificar el origen de las mieles.....	18
2-5 La Melisopalinología en México	19
CAPITULO III. ARTICULO I. “CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LAS MIELES DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO”	21
CAPITULO IV ARTICULO II “VARIACIONES ESTACIONALES DEL ORIGEN BOTÁNICO DE LAS MIELES DE <i>Apis mellifera</i> L EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA”	59
CAPITULO V. CONCLUSIONES GENERALES.....	94
CAPITULO VI. LITERATURA CITADA	96

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Indicadores fisicoquímicos de calidad de la miel a nivel internacional.....	9
Cuadro 2. Términos con los que se designan las proporciones de polen en las muestras de miel (Loveaux <i>et al.</i> , 1978).....	10
Cuadro 3. Grupos de miel en función de su contenido de granos de polen (Modificado a partir de Louveaux <i>et al.</i> , 1978; Jones y Bryant, 1996; y Von der Ohe <i>et al.</i> , 2004).....	14
Cuadro 4. Algunos resultados de estudios melisopalinológicos.....	18

RESUMEN

México es uno de los principales productores y exportadores de miel. En Baja California se produce miel de excelente calidad, aunque en volumen limitado en comparación con la producción nacional. En el estado de Baja California la apicultura se lleva a cabo particularmente en torno a los valles agrícolas al norte de la entidad. Como parte de las estrategias necesarias para fomentar la producción de miel se encuentra el conocimiento preciso de los recursos vegetales útiles para las abejas. Se realizó un estudio melisopalinológico en la entidad, con el objetivo de determinar los principales recursos nectario-poliníferos usados por las abejas melíferas (*Apis mellifera*) para la producción de miel en dos tipos de vegetación representativos de Baja California.

Se recolectaron especímenes y flores de plantas silvestres, así como flores de plantas cultivadas. Las plantas silvestres fueron herborizadas y depositadas en el herbario BC-MEX, para su identificación taxonómica. El polen de flores fue acetolizado y montado en láminas palinológicas. Para la posterior identificación de los granos de polen en las muestras de miel se generó una colección palinológica de referencia, la cual consta de 150 tipos polínicos de Mexicali y 120 de Ensenada.

Se recolectaron 88 muestras de miel de 22 apiarios, 13 ubicados en el Valle de Mexicali y 9 en valles agrícolas de Ensenada. En cada apiario se colectaron cuatro muestras, en cuatro periodos de muestreo, correspondientes a los meses de junio y agosto en 2010 y en 2011. De cada muestra se cuantificó el número de granos de polen en una sub muestra de 10 gramos. Otra sub muestra se centrifugó para extraer el polen, acetolizarlo y montarlo en portaobjetos usando gelatina glicerizada. Se identificaron al menos 1,000 granos de polen por muestra, mediante comparación con la colección de referencia, y apoyándose en atlas y guías palinológicas.

En las 52 muestras de miel de Mexicali se identificaron 78 tipos polínicos, correspondientes a 33 familias botánicas, con un promedio de 21 tipos por muestra. El 65% fueron monoflorales (muestras donde un mismo tipo polínico representaba más del 45% del total de granos de polen). La miel monofloral más frecuente fue de *Tamarix* spp. (pino salado), que además fue el tipo polínico dominante en las mieles cosechadas en agosto de ambos años. También hubo mieles monoflorales de *Prosopis* spp. (mezquite y tornillo), cosechado en las muestras de mayo, y de

Pluchea sericea (cachanilla), que se cosechó una vez en agosto y otra en junio. Otros tipos polínicos abundantes fueron *Medicago sativa* (alfalfa), *Chenopodiaceae-Amaranthaceae* (quelites y otros chamizos) *Phoenix dactylifera* (Palma datilera), *Washingtonia filifera* (Palma de abanico), *Myrtaceae* (Eucaliptos y Cepillo), *Coriandrum sativum* (Cilantro) y *Sisymbrium irio* (Mostacilla).

En las 36 muestras de Ensenada se identificaron 80 tipos polínicos, pertenecientes a 38 familias, con promedio de 16.5 tipos polínicos por muestra. El 45% de las muestras de esta región resultaron monoflorales, la más frecuente fue de *Malosma laurina* (lentisco), obtenida en el mes de agosto de ambos años, seguidas de *Boraginaceae* (diversas especies, en este caso plantas rastreras, de flores pequeñas), en junio y de *Adenostoma* spp. (chamizo vara prieta y chamizo colorado), el cual se encontró en las mieles de agosto de ambos años. También fueron abundantes *Acmispon glaber* (Jiguata), *Brassica* spp. (Mostacillas), *Tamarix* spp. (Pino salado), *Eriogonum fasciculatum* (Valeriana o maderista), *Rhus integrifolia* (Mangle) y *Baccharis* spp. (Jarillas o romerillos).

En general, las mieles de Mexicali contienen tipos polínicos correspondientes a plantas introducidas, tanto cultivos como especies naturalizadas, mientras que en Ensenada están mejor representados los tipos polínicos provenientes de especies nativas. El presente estudio representa la primera evidencia de las especies vegetales más importantes en la producción de miel para el estado de Baja California. Esta información tendrá impacto en toma de decisiones respecto a ubicación de apiarios considerando la oferta temporal y espacial de recursos néctar poliníferos. También identifica el potencial para la obtención de mieles monoflorales y para la diferenciación de las mieles locales en función de su origen botánico y geográfico.

SUMMARY

Mexico is one of the leading producers and exporters of honey. The state of Baja California produces honey of excellent quality, although in limited quantities compared to national production. In the state of Baja California beekeeping takes place particularly around the northern agricultural valleys. Part of the strategies needed to promote honey production is precise knowledge of flora resources useful for the bees. Thus a melissopalynological study was conducted in the state. This was done with the aim of identifying the main sources of pollen and nectar used by honeybees (*Apis mellifera*) for the production of honey in two types of vegetation representative of Baja California.

Specimens and flowers of wild plants and cultivated plants were collected. Wild plants were preserved and filed with the BC-MEX herbarium for taxonomic identification. The flower pollen was prepared via the acetolysis method and mounted on palynological slides. For later identification of pollen grains in honey samples, a palynological reference collection was constructed consisting of 150 pollen types of Mexicali and 120 of Ensenada.

88 samples of honey were collected. These were collected from 22 apiaries, 13 located in the Mexicali Valley and nine in the agricultural valleys of Ensenada. In each apiary four samples were collected in four sampling periods, corresponding to the months of June and August in 2010 and 2011. In each sample the number of pollen grains in a sub sample of 10 grams was measured. Another sub sample was centrifuged to remove the pollen, prepared via acetolysis and mounted on slides using glycerin jelly. At least 1,000 pollen grains per sample were identified by comparison with the reference collection, and based on palynological atlas and guides.

In the 52 honey samples from Mexicali 78 pollen types were identified. These corresponded to 33 botanical families, with an average of 21 pollen types by sample. 65% were unifloral (pollen samples where the same type represented more than 45% of the total pollen grains). The most common unifloral honey was *Tamarix* spp. (Salt cedar), which also was the dominant pollen type in the honey harvested in August of both years. There were also unifloral honeys from *Prosopis* spp. (Mesquite and screw), samples of which harvested in May and

Pluchea sericea (arrowweed), which was harvested once in August and again in June. Other abundant pollen types were *Medicago sativa* (alfalfa), Chenopodiaceae-Amaranthaceae (amaranth and saltbush) *Phoenix dactylifera* (Date palm), *Washingtonia filifera* (fan palm), Myrtaceae (Eucalyptus and crimson bottlebrush), *Coriander sativum* (coriander) and *Sysimbrium irio* (London rocket).

In the 36 samples from Ensenada 80 pollen types, belonging to 38 families, with an average of 16.5 per sample pollen types were identified. 45% of samples from this region were monofloral, the most frequent being *Malosma laurina* (Laurel sumac) which was obtained in August of both years, followed by Boraginaceae (various species, in this case creeping plants, small flowers) in June and *Adenostoma* spp. (chamise and red shanks), which was found in August honeys of both years. *Acmispon glaber* were also abundant (Deerweed), *Brassica* spp. (Field mustard), *Tamarix* spp. (Salt cedar), *Eriogonum fasciculatum* (California buckwheat), *Rhus integrifolia* (lemonade sumac) and *Baccharis* spp. (Mule fat).

Overall Mexicali honeys contain pollen types corresponding to introduced plants, both agricultural crops and naturalized species. While in Ensenada they are represented by pollen types from native species. This study represents the first documented evidence of the most important plant species for honey production in Baja California. This information will impact decisions regarding the location of apiaries considering the temporal and spatial range of sources of pollen and nectar resources. It also identifies the potential for obtaining unifloral honeys and differentiation of local honeys according to their botanical and geographical origin.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

En México la apicultura es una actividad de gran importancia económica, social y ecológica (Guzmán-Novoa *et al.*, 2011). En 2013 la producción nacional de miel fue de 59,907 toneladas (SIAP, 2014), ocupando el octavo lugar entre los productores del mundo (FAOSTAT, 2015) y el tercero entre los exportadores, con 33 mil 476 toneladas, que alcanzaron un valor de 112 millones de dólares (SAGARPA, 2014). Además, la apicultura beneficia directamente a cerca de 41,000 apicultores y sus familias (SAGARPA, 2010), e indirectamente a cerca de 400,000 personas que realizan actividades relacionadas con la cadena productiva (Cajero, 1999).

En años recientes, las poblaciones de abejas han experimentado serias pérdidas en Europa y Norteamérica (Decourtye, 2010; Lee *et al.*, 2015). La mayoría de los autores coinciden en que la sobrevivencia de las abejas a nivel global se ve amenazada por patógenos, uso de agroquímicos, estrés ambiental y deficiencias nutricionales. Las deficiencias nutricionales en las colonias de abejas se asocian a la menor oferta de recursos nectaríferos y poliníferos, derivado de factores como la intensificación agrícola, el monocultivo, la fragmentación del hábitat, y la deforestación, que reducen la biodiversidad (Decourtye, 2010).

Es claro que poblaciones saludables de abejas y prácticas apícolas rentables dependen de paisajes ricos en flores productoras de abundante néctar y polen (Decourtye *et al.*, 2010). Crane (1999) menciona que hay cerca de 250,000 especies de angiospermas, alrededor de 40,000 que tienen alguna importancia como recurso alimenticio para las abejas, pero únicamente alrededor de 4,000 especies vegetales son la fuente de la producción de miel en el mundo. Por lo anterior, resulta importante conocer la vegetación que las abejas utilizan, tanto para su sobrevivencia, como para la producción de miel. Sin embargo es común que los apicultores desconozcan muchas de las plantas nativas que son aprovechadas por las abejas y sus épocas de floración (Sawyer, 1998), lo cual son factores limitantes de la producción apícola.

Para obtener un listado correcto de las plantas que utilizan las abejas para producir miel en una región determinada son necesarios trabajos de melisopalinología (Molan, 1998). Este análisis microscópico de los granos de polen presentes en la miel es la forma más precisa para determinar el origen botánico de las mismas (Sahinler *et al.*, 2009). El espectro de polen en la miel refleja la

vegetación local predominante y difiere con respecto a la localidad y estación en que la miel fue colectada (Datta *et al.*, 2008). Los resultados de los estudios melisopalinológicos se pueden correlacionar con el estado de conservación de la vegetación aledaña a los apiarios (Acosta-Castellanos *et al.*, 2011), y pueden reflejar la proporción de uso de plantas cultivadas y nativas (Datta *et al.*, 2008).

De esta forma, el resultado del análisis del espectro polínico de la miel coadyuva a mejorar la actividad apícola al determinar los recursos florales de importancia para las abejas (Piedras y Quiroz, 2007), lo que ha sido valioso en la planeación del desarrollo apícola de áreas no explotadas (Sawyer, 1998); conocer las fuentes de néctar disponibles y su variación espacial y local permite estimar el potencial y planear sistemas de movilización y manejo de colmenas para maximizar la producción de miel.

Otra ventaja de la identificación de los granos de polen presentes en la miel está en la posibilidad de diferenciar las mieles con fines comerciales. Las mieles diferenciadas (monoflorales) alcanzan mejores precios en el mercado que mieles multiflorales (SAGARPA, 2014). En general, una miel se considera monofloral si la frecuencia relativa de el polen de un solo taxón excede el 45%, pero para su correcta descripción es conveniente conocer y analizar el espectro completo de polen en la miel (Von der Ohe *et al.*, 2004).

En México se han realizado diversos estudios relativos a la melisopalinología y la identificación de recursos nectaríferos y poliníferos, como los publicados por: Villanueva-Gutiérrez (1994, 2002); Villanueva-Gutiérrez *et al.*, (2009-2014); Ramirez-Arriaga *et al.*, (2011); Castellanos-Potenciano *et al.*, (2012); y Zavala-Olalde *et al.*, (2013); aunque estos trabajos se han realizado para la flora néctar-polinífera del sur y sureste mexicanos, y para Baja California únicamente se ha generado un listado a partir de entrevistas a productores, así como información bibliográfica y de bases de datos (Alaniz-Gutiérrez, 2002), pero no se ha estudiado el polen en la miel. Por lo anterior, este trabajo se propuso con los siguientes objetivos:

Objetivo General

Determinar los principales recursos nectario-poliníferos usados por las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) para la producción de miel en dos tipos de vegetación representativos de Baja California.

Objetivos específicos

1. Determinar los recursos nectaríferos más importantes usados por *Apis mellifera* para la producción de miel 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.
2. Determinar los recursos nectaríferos más importantes usados por *Apis mellifera* para la producción de miel en Ensenada, 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.

Se partió de la hipótesis de que en el Valle de Mexicali y en Ensenada se producen mieles diferenciables a través de su espectro polínico y en ambos casos es posible la producción de mieles monoflorales.

CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La Miel

Sustancia dulce natural producida por abejas obreras a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje (DOF, 2009) Es una solución sobresaturada de azúcares, siendo los principales glucosa y fructosa en diferentes proporciones (Rodríguez *et al.*, 2012). El color de la miel varía desde casi incoloro a pardo oscuro. Su consistencia puede ser fluida, viscosa, total o parcialmente cristalizada. El sabor y el aroma varían, pero en general se relaciona con la planta de donde procede (DOF, 2009).

La miel es el principal alimento y fuente de energía usada por las abejas. Además de néctar para producir miel, las abejas colectan polen de las plantas (Couvillon *et al.*, 2015), que provee las proteínas, vitaminas y otros nutrientes que requieren las larvas en desarrollo (Crane, 1999). Polen y néctar son transportados por las abejas obreras a sus colmenas, donde son almacenados (Quiroz y Arreguín, 2008). El proceso de transformación del néctar en miel inicia cuando la abeja obrera lo recolecta de la planta. Al final de este proceso la miel es una solución sobresaturada de azúcares, y una de las mezclas de carbohidratos más complejas producidas en la naturaleza (Swallow, 1990). Contiene además de azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, azúcares superiores), ácido glucónico, lactona, compuestos nitrogenados, minerales, agua y algunas vitaminas (Ramírez *et al.*, 2000); su composición química específica y características organolépticas dependen principalmente de las fuentes vegetales de las cuales se deriva (Crane, 1999).

Los principales factores de calidad que se utilizan en el comercio internacional de la miel son, además de sus características sensoriales (olor, color y sabor), la humedad, el contenido de hidroximetilfurfural (HMF), y el índice de diastasa (Ramírez *et al.*, 2000). Bogdanov *et al.* (2004) menciona que además a la miel se le analizan en forma rutinaria: rotación óptica, conductividad eléctrica, composición de azucares, pH, acidez libre, contenido de prolina, y el índice de

actividad de la invertasa. En el Cuadro 1 se presentan los principales estándares requeridos a nivel internacional en la comercialización de la miel.

Cuadro 1. Indicadores fisicoquímicos de calidad de la miel a nivel internacional.

Parámetro	Estándar	
	CEM*	CA**
Humedad (%)	21 máximo	20 máximo
Azúcares reductores totales (%)	65 mínimo	60 mínimo
Sacarosa (%)	5 máximo	5 máximo
Acidez libre (mEq/kg)	40 máximo	50 máximo
Actividad de la diastasa (Unidades Schade)	9 mínimo	8 mínimo
Actividad de la invertasa	8 mínimo	--
Hidroximetilfurfural (mg/kg)	40 máximo	80 máximo
Sólidos insolubles en agua (%)	0.1 máximo	0.1 máximo
Conductividad eléctrica (µS/cm)	--	800 máximo

*Comisión Europea de la miel. En: Bogdanov, S., P. Martin, and C. Lullman. 1997. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie Extra issue* 1:59

**Codex Alimentarius. 2001. CODEX STAN 12-1981 (Honey), <http://www.codexalimentarius.org/standards/> (19 de mayo de 2015).

Además de los atributos fisicoquímicos (Cuadro 1), Ramírez *et al.* (2000) indican que los diferentes tipos de miel se definen en función de sus principales características organolépticas, como son color, aroma, sabor, consistencia y la mayor o menor facilidad para cristalizar durante el manejo y almacenamiento. Por ello Persano y Bogdanov (2004) consideran que si es bien manejada en el mercado, esta variabilidad puede representar una oportunidad para promover la miel, ofreciendo al consumidor un amplio número de productos con características especiales, de acuerdo a su particular origen botánico. Al respecto, Ciappini *et al.* (2008) mencionan que los protocolos de control de calidad que demanda el mercado internacional incluyen el determinar el origen floral de las mieles basado en su contenido polínico y características sensoriales.

2.2 La Melisopalinología

Bhargava *et al.* (2009) definen la melisopalinología como la rama aplicada de la palinología que estudia los granos de polen en muestras de miel y su aplicación en la apicultura. La palinología es una disciplina de la botánica dedicada al estudio del polen y las esporas, se centra fundamentalmente en el análisis de la morfología externa de los granos polen (exina), misma que presenta patrones estructurales diferentes (Salamanca *et al.*, 2007). Sahinler *et al.* (2009) señala

que el análisis microscopio de las mieles es el método más preciso para identificar su origen botánico. El cual considera: simetría, aperturas en las paredes, contorno, forma, y tamaño permitiendo distinguir taxones a diferentes niveles (familia, géneros, especies).

La técnica estandarizada por Von der Ohe *et al.* (2004) implica la preparación y montaje de muestras sobre portaobjetos, a partir de 10 g de miel que son lavadas y centrifugadas, y generalmente acetolizadas. En estas preparaciones se realiza la identificación y conteo de los granos de polen al microscopio, considerando por lo menos 500 granos de polen por muestra. A partir de la identificación y cuantificación de la frecuencia de los granos de polen, se determina el origen botánico de la miel, siendo monofloral cuando la frecuencia relativa del polen de un determinado taxón excede el 45%, aunque hay excepciones en especies cuyo polen es sabido que está subrepresentado o sobrerrepresentado en la miel. Además de caracterizar las mieles por su contenido polínico como monoflorales o poliflorales, la frecuencia de los granos de polen en las muestras de miel se expresa según los términos establecidos por Loveaux *et al.* (1978), mismos que se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Términos con los que se designan las proporciones de polen en las muestras de miel (Loveaux *et al.*, 1978).

Contenido polínico	Frecuencias	Clases de frecuencias	Polen anemófilo o de plantas sin nectarios
> 45%	Muy frecuente	Predominante	Muy frecuente
16 a 45%	Frecuente	Secundario	Frecuente
3 a 15%	Raro	De importancia menor	Raro
> 3%	Esporádico	Menor	Esporádico

Las identificaciones de los granos de polen se realizan mediante preparaciones de polen de referencia, confeccionados a partir de plantas recolectadas en la región, con especímenes respaldados en herbarios y se apoyan en la identificación de tipos polínicos en atlas palinológicos e información bibliográfica (Forcone y Tellería, 2000; Datta *et al.*, 2008; Haj *et al.*, 2008).

2.2.1 Mieles monoflorales y multiflorales

La legislación europea define como monofloral a una miel que es completa o parcialmente de un origen botánico, incluido su polen, sus características fisicoquímicas y sensoriales corresponden a su origen (Ciappini *et al.*, 2008). En estas circunstancias la determinación del origen botánico de la miel es claramente importante si se desea vender como monofloral, como las mieles de clavo, lavanda, girasol y brezo (Martin, 2005). Las mieles monoflorales son reconocidas y más valiosas, casi siempre alcanzando mayores precios que las mezclas de mieles o mieles multiflorales (Verzera *et al.*, 2014). En países como Italia, España y Francia casi la mitad de la miel comercializada tiene una denominación botánica (Persano y Bogdanov, 2004).

El enfoque clásico para verificar la denominación botánica de muestras de miel considera los tres métodos complementarios, el sensorial, el melisopalinológico y el fisicoquímico: la imagen analítica de la muestra ha de corresponder con el “modelo de referencia” para aquel origen botánico. Tal diagnóstico es un trabajo intensivo y requiere personal especializado para llevar a cabo los análisis polínicos y sensoriales, pero a la fecha es el método que prevalece (Persano y Bogdanov, 2004).

Hay algunas condiciones bajo las que el origen botánico de la miel puede determinarse mediante parámetros químicos, pero en general dicho enfoque no está bien desarrollado, por lo que la melisopalinología es una buena alternativa siempre y cuando no se descuiden ciertas condiciones (Martin, 2005).

En la naturaleza no se producen mieles que sean completamente uniflorales o monoflorales, ya que las abejas nunca pecorean en una sola especie de planta aunque ésta sea dominante (Molan, 1998). Además, es complicado establecer los límites entre las proporciones de polen de mieles mono y multi-florales, porque las diferentes fuentes de néctar contienen diferentes proporciones de granos de polen. No hay forma de medir la proporción exacta de un tipo de néctar en la miel (Persano y Bogdanov, 2004; Von der Ohe *et al.*, 2004; Jones y Bryant, 1996; Molan, 1998).

Bryant y Jones (2001) indican que la confirmación de la naturaleza monofloral de algunas mieles es complicada porque algunas especies productoras de néctar aportan a la miel cantidades mínimas de polen, pero para ello es posible utilizar algunos “coeficientes de polen” que pueden corregir estos valores y ajustarse a los estándares internacionales del 45% de polen del mismo

tipo para considerar a una miel como monofloral. Sin embargo, estos mismos autores reconocen que estos coeficientes de polen no son universalmente aceptados, y que se requiere una serie de experimentos estandarizados para revisar los coeficientes existentes y generar nuevos. Por lo tanto, los coeficientes de polen existentes son útiles como guía para considerar en aquellos taxa que producen muy altas o muy bajas concentraciones de polen (Jones y Bryant, 1996). No obstante, se reconoce que el análisis microscópico es el que permite determinar el origen botánico más exactamente que cualquier otro método analítico (Sahinler *et al.*, 2009).

Louveaux *et al.* (1978) indican que la identificación y conteo de los granos de polen puede orientarse solo para identificar las partículas más frecuentes y describir algunos elementos característicos en el sedimento. Puede también hacerse un análisis completo que implica, cuando es posible, la identificación de todos los granos u otros elementos del sedimento, y puede realizarse con tres niveles de precisión: 1) Estimación, cuando se cuentan 100 granos de polen y en su caso 100 elementos de “ligamaza”; 2) Determinación de frecuencia de clases, contar 200 a 300 granos de polen; y 3) Determinación porcentual, para lo cual se requiere contar 1,200 granos, de dos láminas de la misma muestra preparadas en forma independiente.

El análisis palinológico para ser preciso debe considerar la identificación y conteo de 500 o preferentemente 1,000 granos de polen por muestra (Von der Ohe *et al.*, 2004; Jones y Bryant, 2001). También debe tomarse en cuenta la concentración total de granos de polen, así como los conocimientos previos sobre la posible sub o sobre representación de los tipos polínicos representados en la miel. Sobre ello, la metodología estandarizada que ha sido publicada por Von der Ohe *et al.*, (2004) establece claramente las técnicas y criterios generales de interpretación de los resultados que deben utilizarse en los análisis melisopalinológicos. Esta metodología es de particular importancia porque ha sido desarrollada y calibrada en diferentes laboratorios palinológicos del mundo, y es aplicada en la caracterización de mieles para el mercado internacional.

2.2.2 Bondades del análisis melisopalinológico

El análisis del polen es indispensable para autenticar el origen de miel y sus características, efectivo para determinar y controlar el origen geográfico de las mieles y también

proporciona información sobre otros aspectos importantes en la calidad. Este también contribuye, junto con análisis sensoriales y fisicoquímicos a la determinación y control del origen botánico de las mieles. Para estos propósitos, no es necesario determinar todos los tipos polínicos existentes en la miel (Von der Ohe *et al.*, 2004).

La miel siempre incluye un gran número de granos de polen (principalmente de las especies vegetales forrajeadas por las abejas) y elementos de ligamaza (como tubos de cera, esporas de algas y de hongos), todos los cuales proveen una buena huella digital del ambiente del cual procede la miel. El análisis polínico puede por lo tanto ser útil para determinar y controlar el origen geográfico y botánico de la miel aun cuando se requieran también análisis fisicoquímicos y sensoriales para obtener un diagnóstico correcto del origen botánico (Von der Ohe *et al.*, 2004; Bentabol *et al.*, 2014) y al reconocer la flora nectarífera y polinífera de una zona, la caracterización floral de las mieles aumenta su valor en el mercado nacional e internacional (Piedras y Quiroz, 2007).

También es útil el análisis de la evolución del espectro polínico de la miel durante su periodo de producción para detectar la contribución de las diferentes fuentes de néctar a lo largo de la temporada apícola. Esto tiene un interés particular para el manejo de las colmenas, e identifica periodos de producción de miel monofloral (Forcone *et al.*, 2003). Asimismo, la presencia de polen de especies endémicas puede ser utilizada como “marcador geográfico” del origen de la miel (Forcone y Tellería, 2000), y el espectro polínico de una muestra puede reflejar el nivel de antropización del área donde fue producida (Fernandes *et al.*, 2012)

Tal trabajo coadyuva a mejorar la actividad apícola (Piedras y Quiroz, 2007), y ha sido valioso en la planeación de áreas previamente inexplotadas, ya que permite estimar el potencial de producción de miel y con ello es posible programar el sistema de manejo y movilización de colmenas para maximizar la producción (Sawyer, 1998).

Otra aplicación de la melisopalinología es el resultado del conteo del número de granos de polen presentes en 10 gramos de miel, que es un importante factor para distinguir mieles naturales de aquellas en las que se ha sobrealimentado a las abejas con jarabe de azúcar (Sorkun y Dogan, 2002). No obstante, este indicador puede ser muy variable, reportándose valores en 10 gramos de mieles naturales que van desde menos de 2,000 granos (Forcone y Tellería, 2000), a 2'424,000 (Chefrour *et al.*, 2007). Tal es la variabilidad del parámetro que no siempre se

encuentran diferencias importantes en el contenido de polen en mieles extraídas por centrifugado respecto de aquellas que son extraídas mediante el prensado de los panales (Kerkvilet y Beerlink, 1991). Comúnmente las mieles se clasifican en cinco grupos, dependiendo del número de granos de polen en 10 g de miel (Maurizio, 1975); estos grupos y su interpretación se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Grupos de miel en función de su contenido de granos de polen (Modificado a partir de Louveaux *et al.*, 1978; Jones y Bryant, 1996; y Von der Ohe *et al.*, 2004).

Grupo	Granos/10 g de miel	Descripción
I	< 20,000	Mieles filtradas o derivadas de flores que producen muy poco polen, mieles parcialmente producidas a partir de jarabes de azúcar proporcionados como alimentación, o adulteradas con alta frutosa. Algunas mieles de “mielada” pueden caer en esta categoría. Mieles monoflorales con polen subrepresentado, como las de <i>Robinia</i> y <i>Citrus</i> .
II	20,000-100,000	Proviene de fuentes florales normales. Es lo más común en mieles florales y mezclas de miel floral y de mielada.
III	100,000-500,000	De fuentes florales altamente productoras de polen o indica que se incluyeron en la extracción celdas que contenían exclusivamente polen. De flores ricas en polen como <i>Myostis</i> y <i>Castanea</i> , así como mieles de mielada. Incluye algunas mieles monoflorales con polen sobrerrepresentado y mieles de mielada.
IV	500,000-1'000,000	Mieles florales extremadamente ricas en polen y algunas mieles extraídas por prensado o “macerado”.
V	> 1'000,000	Miel extraída mediante “macerado” de panales que contenían tanto miel como celdas llenas de polen, o bien producidas a partir de fuentes botánicas extremadamente ricas en polen, como <i>Mysostis sylvatica</i> o <i>Cynoglossum officinale</i> .

2.2.3 Consideraciones necesarias en los análisis de polen

Von der Ohe *et al.* (2004) mencionan que son muy distintos niveles de abundancia de un tipo polínico dado en el néctar de la planta que lo produce, así como otras fuentes de variabilidad, requieren precaución al momento de interpretar los resultados melisopalinológicos. Para una correcta interpretación del origen botánico, se recomienda tomar en cuenta análisis fisicoquímicos y sensoriales, y en algunos casos también el número absoluto de elementos vegetales (obtenidos de análisis cuantitativos). La interpretación de los resultados tiene una serie de dificultades, requiere tiempo y se requiere de mucha experiencia si se desea evitar el llegar a conclusiones incorrectas (Martin, 2005; Huang, 2015).

Por otro lado, Molan (1998) analiza diversos aspectos que generan incertidumbre en la interpretación de los resultados, como es la contaminación de la miel con pólenes de plantas distintas a las que produjeron el néctar, lo que puede ocurrir directamente en las flores, en el proceso de transporte por las abejas, en el interior de la colmena, en el proceso de extracción y manejo de la miel e incluso en el laboratorio de palinología. Además explica que es frecuente que el polen en el néctar esté subrepresentado o sobre representado, dependiendo de las especies vegetales y el tipo de flor. Adicionalmente, la misma variabilidad natural de la miel hace difícil definir referencias o límites extremadamente precisos del espectro polínico de un determinado tipo de miel (Von der Ohe *et al.*, 2004).

Realmente, el principal punto crítico del análisis melisopalinológico sigue siendo la identificación correcta del polen y la posterior interpretación de los resultados. Esto requiere del analista una considerable experiencia en melisopalinología y un buen conocimiento general de la miel (Von der Ohe *et al.*, 2004; Huang, 2015).

2.3 Melisopalinología y vegetación

Pese a que se conoce sin lugar a duda que la miel proviene del néctar de las plantas, que estas son la principal fuente de alimento para las abejas, y que las abejas juegan un importante papel en la integridad de los ecosistemas (Hoshiba y Sasaki, 2008), autores como Quiroz y Arreguín (2008) afirman que las plantas que constituyen la fuente alimenticia las abejas han sido poco estudiadas. Incluso se ha documentado que algunos apicultores desconocen muchas de las

plantas nativas que son aprovechadas por las abejas y sus épocas de floración (Sawyer, 1998; Alaniz *et al.*, 2004).

Desde mediados del siglo pasado, Pellet (1947) señala que conocer plenamente las plantas melíferas de una región, su época de floración y formas de secreción de néctar bajo sus condiciones particulares es fundamental para quien desee tener éxito como apicultor. Concentrando información de todo el mundo, Crane (1999) menciona que hay cerca de 250,000 especies de plantas angiospermas, alrededor de 40,000 que tienen alguna importancia como recurso alimenticio para las abejas, pero únicamente alrededor de 4,000 especies vegetales son la fuente de la mayor parte de la miel.

Aunque se ha evaluado el potencial melífero de algunas especies vegetales (Crane, 1999), ello no es un indicador relevante de su calidad a menos que se tomen en cuenta factores tales como la abundancia de la planta, fenología floral, y factores abióticos y bióticos (como microclima, suelo y polizadores); algunas especies que producen poco néctar y polen, pero que son muy frecuentes, pueden ser de mayor importancia para las abejas respecto a especies de mejor calidad que solo se encuentren esporádicamente (Jarić *et al.*, 2013).

Entre las razones que dificultan el conocimiento de la flora melífera está el hecho de que las abejas aprovechan recursos alimenticios de amplias zonas. Así, Beekman y Ratnieks (2000) encontraron que la distancia que las abejas recorren para colectar néctar y polen puede ser superior a los 10 km cuando los fragmentos de vegetación son grandes y varían en calidad. Otros autores como Ichikawa *et al.* (2000) afirman que las abejas forrajea a sólo algunos cientos de metros de sus colonias cuando los recursos son abundantes, pero cuando éstos son escasos, llegan a volar en su búsqueda hasta 14 kilómetros, y Sawyer (1998) reporta que pueden cubrir un área que supera las 5,000 hectáreas.

El espectro polínico de muestras de miel refleja la vegetación local predominante y difiere con respecto a la estación y localidad en las cuales las mieles son colectadas. Elaborar la cartografía de la principal flora apícola de distintas regiones geográficas y florísticas ayuda a determinar la factibilidad de un área para emprender actividades apícolas (Datta *et al.*, 2008). Para ello, es necesario considerar no sólo cuáles son las especies de importancia para las abejas, si no también su fenología. Al respecto Salamanca *et al.* (2007) indican que la mejor zona de producción apícola es aquella que no depende de una floración única, si no que suceden ofertas

de néctar y polen capaces de proporcionar recursos abundantes que superen las necesidades de la colonia y permitan sostener los niveles óptimos de producción. Los mismos autores autor señalan que para determinar si una especie vegetal exhibe interés apícola, es importante considerar la atraktividad por las abejas pecoreadoras, la fidelidad de las condiciones de que depende la producción, la abundancia y la pertinencia de los periodos de floración.

Específicamente, existen metodologías que permiten evaluar el rendimiento potencial en néctar y miel para una especie vegetal determinada (Petanidou, 2003; Diaz-Forestier *et al.*, 2009; Vlad *et al.*, 2011) o para una comunidad vegetal (Petanidou y Smets, 1995; Petanidou, 2005; Jarić *et al.*, 2013; Al-Ghamdi *et al.*, 2014), pero son métodos que requieren intenso trabajo y sus resultados son variables y específicos para cada localidad y tiempo, por lo que no es sencillo generalizar rendimientos potenciales específicos.

Además de usar la melisopalinología para hacer inferencias sobre el origen de la miel, los resultados pueden ser interpretados como indicadores ambientales. De esta manera, se ha reportado que la mayor representación de polen de plantas herbáceas y la baja proporción de pólenes de especies nativas refleja el deterioro de la vegetación nativa (Quiroz y Arreguín, 2008), o bien que en muestras colectadas principalmente de zonas agrícolas, se genera predominancia de especies cultivadas sobre las silvestres (Datta *et al.*, 2008), o la dominancia de especies exóticas en el espectro polínico (Forcone y Tellería, 2000), o encontrar representados en el espectro polínico tanto flora nativa, cultivos y plantas naturalizadas en distintas proporciones, dependiendo del área de producción (Forcone, 2008).

Para ilustrar la complejidad de los estudios melisopalinológicos, en el Cuadro 4 se presentan algunos valores numéricos reportados. Aun cuando para cada dato no se señala el número de muestras procesadas, se observa que no es inusual encontrar mieles monoflorales en una proporción cercana al 50%, y que el espectro polínico puede ser muy amplio, dependiendo de la riqueza florística. Asimismo, se observan como importantes para la producción de miel algunas plantas y grupos de plantas ampliamente distribuidas en el norte de México, por lo que no sería raro encontrarlas con elevadas frecuencias en el espectro polínico de las mieles bajacalifornianas.

Cuadro 4. Algunos resultados de estudios melisopalinológicos

Autor, año	Tipos polínicos	Familias o especies sobresalientes	Monoflorales (%)
Bahargava <i>et al.</i> , 2009	16	<i>Coffea sp.</i> y <i>Cocus nucifera</i>	62.5
Chefrour <i>et al.</i> , 2007	49	Asteraceae, Rosaceae y Apiaceae	0
Čeksterytė, 2013			
Ciappini <i>et al.</i> , 2008	SD*	<i>Trifolium sp.</i> , <i>Eucaliptus sp.</i> , <i>Salix sp.</i> , <i>Prosopis sp.</i>	55
Datta <i>et al.</i> , 2008	126	Brassica, <i>Coriandrum</i> y <i>Eucaliptus</i>	53
Forcone <i>et al.</i> , 2003	50	<i>Tamarix gallica</i> y <i>Medicago sativa</i>	SD
Forcone y Tellería, 2000	57	<i>Melilotus sp.</i> y Rosaceae	52
Forcone, 2008	139	<i>Medicago sativa</i> , <i>Melilotus spp.</i> , <i>Tamarix gallica</i> y <i>Trifolium spp.</i>	48
Haj <i>et al.</i> , 2008	47	Asteraceae y Lamiaceae	43
Kamble <i>et al.</i> , 2015	37	<i>Ceriops decandra</i> , <i>Aegiceras corniculatum</i> , <i>Coriandrum sativum</i>	67
Kerkvilet y Beerlink, 1991	49	<i>Cocus nucifera</i> , <i>Avicennia germanis</i> , <i>Pterocarpus officinalis</i>	SD
Ponnuchamy <i>et al.</i> , 2014	80	Arecaceae, Anacardiaceae, y Mimosaceae (<i>Lannea</i> , <i>Dodonaea</i> , <i>Phonenix</i> , <i>Borassus</i> y <i>Cocos</i>)	62
Quiroz y Arreguín, 2008	10 y 14	Brassica y <i>Eucaliptus</i> , Asteraceae	0
Ramirez-Arriaga <i>et al.</i> , 2011	64	Malvaceae, Fabaceae, Asteraceae, Boraginaceae y Anacardiaceae	61.6
Sajwani <i>et al.</i> , 2007	122	<i>Ziziphus spina-christi</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Acacia tortilis</i> , <i>Citrus sp.</i> , Brassicaceae, <i>Phoenix dactylifera</i> , <i>Eucalyptus sp.</i>	67

* SD. Sin dato.

2.4 Otras técnicas para identificar el origen de las mieles

No es sencillo definir una miel monofloral. No hay referencias de miel monofloral pura en la naturaleza; las abejas forrajea en flores de diferentes especies, aún si predomina una de estas especies; además es difícil identificar con precisión el punto para discriminar entre mieles monoflorales y multifloras, y no siempre es posible determinar el porcentaje exacto de un

determinado néctar en una miel. La total correspondencia a un patrón sensorial típico es más importante que un determinado porcentaje de un néctar particular: se ha demostrado que una pequeña proporción de un néctar de sabor fuerte puede fácilmente arruinar las características sensoriales de una miel ligera (Persano y Bogdanov, 2004).

La evaluación sensorial permite distinguir el origen botánico de la miel e identificar y cuantificar ciertos defectos (fermentación, impurezas, aromas y sabores extraños). Esta también juega un importante rol en la definición de estándares del producto y los controles relacionados, respecto a denominaciones botánicas u otras etiquetas específicas. Además, es una parte esencial de los estudios de preferencia/aversión del consumidor (Piana *et al.*, 2004).

También es posible la combinación de cuantificación de conteos polínicos con análisis multivariado (PCA y LDA) para clasificar el origen botánico en muestras de miel (Corbella y Cozzolino, 2008; Huang *et al.*, 2015). En algunos casos se ha reportado correlación entre el pH y el origen de la miel (Sahinler *et al.*, 2009); los parámetros físico-químicos de cada tipo de miel (Cimpoi *et al.*, 2013); así como el uso combinado de análisis multivariados con parámetros físico-químicos (Silvano *et al.*, 2014).

Lo anterior pone en evidencia que los métodos de análisis para probar la pureza o la validez de la denominación de monofloral no están completamente establecidos. Se ha sugerido el desarrollo de nuevos sistemas analíticos, como el uso del ADN del espectro polínico (Bruni *et al.*, 2015), o la caracterización de aromas florales para coleccionar factores multivariados de la miel para confirmar su origen monofloral (Hoshiba y Sasaki, 2008). Mediante el uso de otras herramientas tecnológicas, como el análisis automatizado de imágenes y texturas, se ha llegado a identificar con precisión más del 95% de los granos, aunque se requiere para ello contar previamente con grandes bases de datos en imágenes para cada uno de los tipos polínicos potencialmente presentes (Marcos *et al.*, 2015).

2-5 La Melisopalinología en México

Quiroz y Arreguín (2008) señalan que son pocos los trabajos melisopalinológicos que se han realizado en México, pese a ser uno de los principales productores y exportadores de miel. En el mismo sentido, Martínez y Ramírez (1998) afirman que en México los conocimientos sobre

el origen botánico de las mieles están basados exclusivamente en observaciones apibotánicas, en el momento en que las abejas están pecoreando para colectar el néctar y/o los granos de polen. Además, la mayoría de las especies de plantas de las cuales las abejas extraen el néctar son plantas nativas poco conocidas.

No obstante, por medio del estudio del contenido de polen en estas mieles se pueden hacer contribuciones importantes al conocimiento de las fuentes de néctar, para caracterizar y clasificar la diversidad de las mismas (Martínez y Ramírez, 1998), y con el fomento a este tipo de estudios, establecer la normatividad melisopalinológica de las mieles mexicanas (Piedras y Quiroz, 2007).

Entre los avances recientes para la identificación del polen en la miel, se tiene que Reyes *et al.* (2009) han publicado un Atlas de pólenes de la Comarca Lagunera, mismo que incluye una amplia variedad de especies ornamentales y cultivadas, por lo que será una referencia importante para la identificación de pólenes del norte de México.

Finalmente, como sostiene Datta *et al.* (2008), generar información en este sentido, además de promover la industria apícola, ayudará a la producción agrícola y dará impulso tanto a la seguridad alimentaria como a la conservación de la biodiversidad. Esto es una necesidad identificada por los apicultores de Baja California (SPABC, 2009).

CAPITULO III. ARTICULO I. “CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LAS MIELES DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO”

Autores:

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[†]

Adscripciones:

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n C. P 21705. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México.

²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 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.

**Documento de acuerdo al formato solicitado para su envío a la revista:
Polibotánica, mayo de 2015**

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

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

Luis Alaniz-Gutiérrez^{1,2}, Carlos Enrique Ail-Catzim¹, Rogel Villanueva-Gutiérrez³, José
Delgadillo-Rodríguez⁴, Martin 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
C. P 21705. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México.

²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 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.

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; no se conocen los principales recursos nectaríferos que contribuyen a la producción de miel. Debido a lo anterior se realizó un estudio palinológico de las mieles producidas en el Valle de Mexicali, Baja California, para identificar los principales recursos néctar poliníferos y determinar el origen botánico durante los dos principales periodos de cosecha. Se analizaron 52 muestras de miel, recolectadas en 13 apiarios en cuatro periodos de cosecha: junio de 2010, agosto de 2010, junio de 2011 y agosto de 2011. Para identificar los tipos de polen se conformó una colección de referencia que contiene 150 especies con polen acetolizado. Se identificaron 78 tipos polínicos en las muestras, correspondientes a 33 familias. El 65% de las mieles fueron monoflorales, principalmente de *Tamarix* spp., *Prosopis* spp. y, en menor medida de, *Pluchea sericea*, encontrándose una muestra monofloral para: *Sysimbrium irio*, Myrtaceae, *Phoenix dactylifera*, *Coriandrum sativum*, y *Washingtonia filifera* respectivamente. El polen de *Prosopis* spp. fue más abundante en las mieles de junio, mientras que el *Tamarix* spp. fue el tipo polínico más común en las muestras colectadas en agosto de ambos años. De acuerdo a los estudios cualitativos y cuantitativos realizados sobre las muestras de miel, se concluye que los principales recursos néctar poliníferos usados por *A. mellifera* en el Valle de Mexicali son *Tamarix* spp. *Prosopis* spp. y *P. sericea*.

PALABRAS CLAVE

Melisopalinología, *Apis mellifera*, Flora nectarífera, Plantas melíferas, Baja California

ABSTRACT

The profitability of apiculture and healthy 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. The pollen of 52 honey samples was analyzed. These were collected from 13 apiaries throughout 4 harvest seasons: June of 2010, August of 2010, June of 2011 and August 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. The pollen of *Prosopis* spp. was the most abundant of the samples in June, while *Tamarix* spp. was the most common pollen in the samples collected in august in both years. In accordance to the qualitative and quantitative analysis carried out on the samples of honey, it is concluded that the main nectar and pollen sources used by *A. mellifera* in the Valley of Mexicali are *Tamarix* spp. *Prosopis* spp. and *P. sericea*.

Keywords: *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 se cosecha de 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 (Kamble *et al.*, 2015; Jones y Bryant, 2014; González-Porto *et al.*, 2013; Forcone y Ruppel, 2012; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011).

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 *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. 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 desértico sonoreense (Delgadillo, 1998), en la subdivisión del Valle Bajo del Río Colorado, donde dominan los matorrales de gobernadora (*Larrea tridentata* y *Ambrosia dumosa*). 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 el sauce (*Salix goodingii*), álamo (*Populus fremontii*) y el mezquite (*Prosopis pubescens*), además de arbustos como *Pluchea sericea* (cachanilla), y árboles como mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*); también se han establecido otros como guamúchil (*Pythecellobium dulce*). No obstante, mucha de la vegetación riparia original ha sido reemplazada por pino salado (*Tamarix spp.*) (Delgadillo, 1998), y las áreas agrícolas donde se siembra algodón, alfalfa, gramíneas para forraje y grano representan el principal uso de la tierra.

Por lo anterior este primer análisis se planteó para determinar los recursos nectaríferos más 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.

MATERIALES 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 precipitación que raramente excede 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.

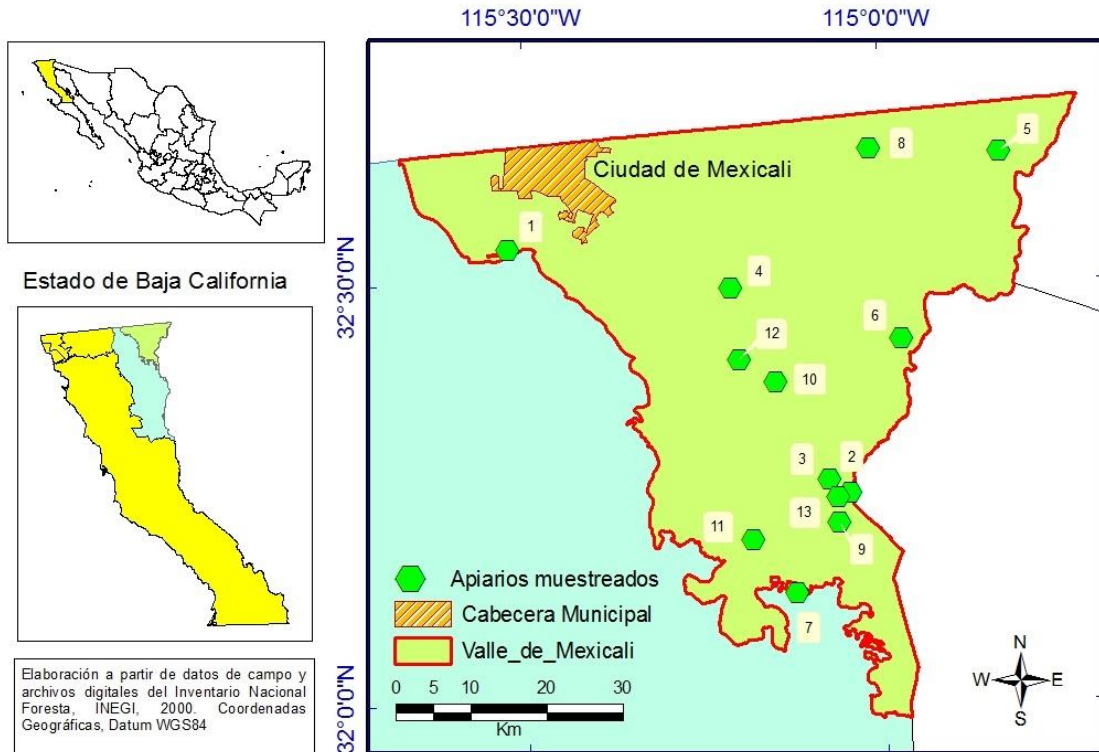


Fig. 1. Área de estudio y de apiarios muestreados.

Se recolectaron en campo un total de 52 muestras de miel, de 13 apiarios localizados en el Valle de Mexicali (fig. 1), en cuatro fechas de colecta, a tres semanas antes de las dos cosechas más importantes, en los meses de junio y agosto de 2010, así como junio y agosto de 2011. Cada muestra provino de la suma de cinco piezas de panal (5 X 5 cm) de miel en proceso de ser operculada, proveniente del alza 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.

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 aproximadamente 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, que 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).

El análisis cuantitativo 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 contabilizó bajo el microscopio los elementos retenidos. El número de partículas por unidad de peso se calculó mediante la fórmula:

$$PG/10g = \frac{S \times n_{PG} \times 10}{s \times a \times p}$$

Donde:

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

S= área del filtro conteniendo el sedimento (mm²).

s= área del campo visual del microscopio (mm²).

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 ($\leq 20 \times 10^3$), Clase II ($21 \times 10^3 \leq N \leq 100 \times 10^3$), Clase III ($101 \times 10^3 \leq N \leq 500 \times 10^3$), Clase IV ($501 \times 10^3 \leq N \leq 10^6$), y Clase V ($> 10^6$). Este procedimiento, que es un indicador, se toma en cuenta para interpretar los resultados cualitativos, pues permite identificar casos de sobre o de sub representación de tipos polínicos en las muestras.

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).

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 polínico (Reyes *et al.*, 2009). Se identificaron y contaron al menos mil granos por muestra, como lo establece Von der Ohe *et al.* (2004).

Los tipos polínicos fueron clasificados, por su frecuencia de ocurrencia, como predominante ($P \geq 45\%$), secundario ($S = 16-45\%$), de importancia menor ($I = 3-15\%$), y polen traza ($M \leq 3\%$). Las mieles se caracterizaron como monoflorales cuando un tipo polínico fue predominante, y multiflorales cuando ningún tipo polínico representó 45% o más del contenido polínico en la muestra (Loveaux *et al.*, 1978).

RESULTADOS

Se identificaron un total de 78 tipos polínicos en las 52 muestras de miel. Uno 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; de los cuales,

47 se identificaron a nivel especie, 26 a nivel de género y cuatro hasta nivel de familia únicamente.

El número de tipos polínicos identificados por muestra de miel varió de ocho a 38. La familia mejor representada, fue Asteraceae (14 tipos), seguida de Fabaceae (10 tipos), Poaceae (5 tipos) y Boraginaceae y Malvaceae (4 tipos cada una). Las familias Fabaceae y Tamaricaceae estuvieron presentes en el 100 % de las muestras, la Asteraceae en el 98%, la Arecaceae y Poaceae en el 90%, el tipo morfológico Chen-Am en el 86%, Myrtaceae en el 80%, Brassicaceae y Salicaceae en el 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 *P. sericea*, y una muestra de *S. irio*, Myrtaceae, *P. dactylifera*, *C. sativum* y *W. filifera*, respectivamente (fig. 2). Es notorio que las mieles monoflorales de *Tamarix* spp. se obtuvieron principalmente en el segundo periodo de cosecha (agosto, de ambos años) y las mieles monoflorales de *Prosopis* spp. fueron más frecuentes en las fechas tempranas (mes de 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 los tipos polínicos que produjeron mieles monoflorales, y algunos de los que aparecieron como secundarios se presentan en la Figura 3.

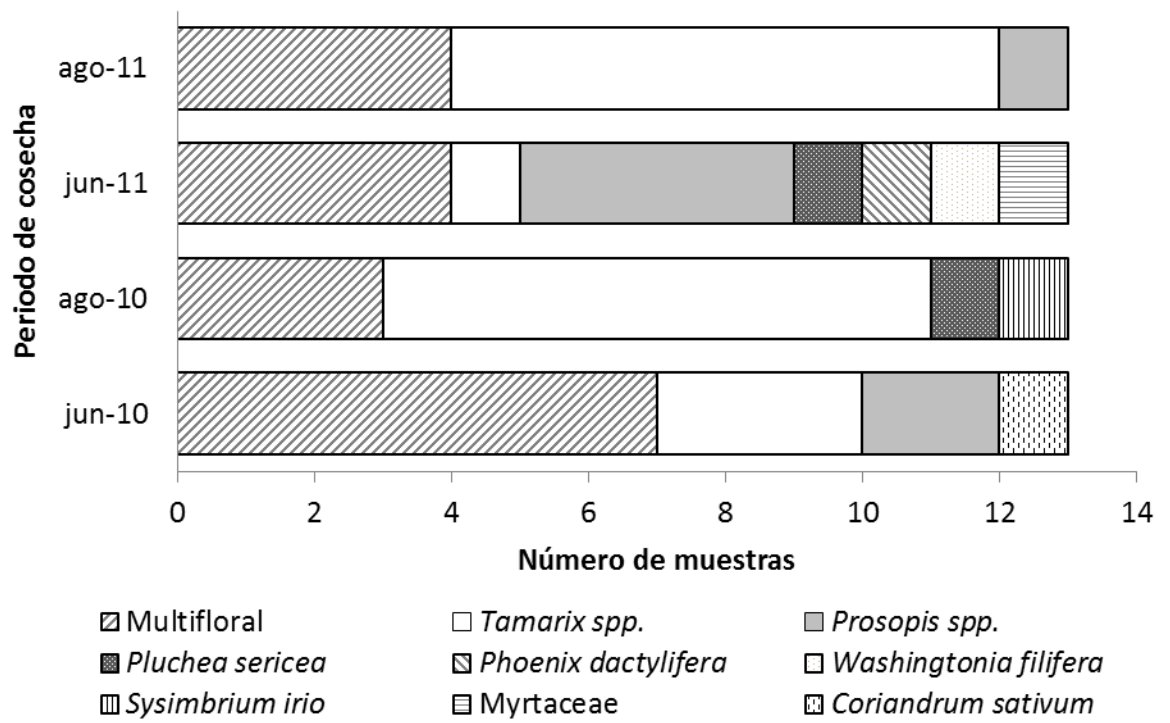


Fig. 2. Clasificación de las mieles por su origen botánico.

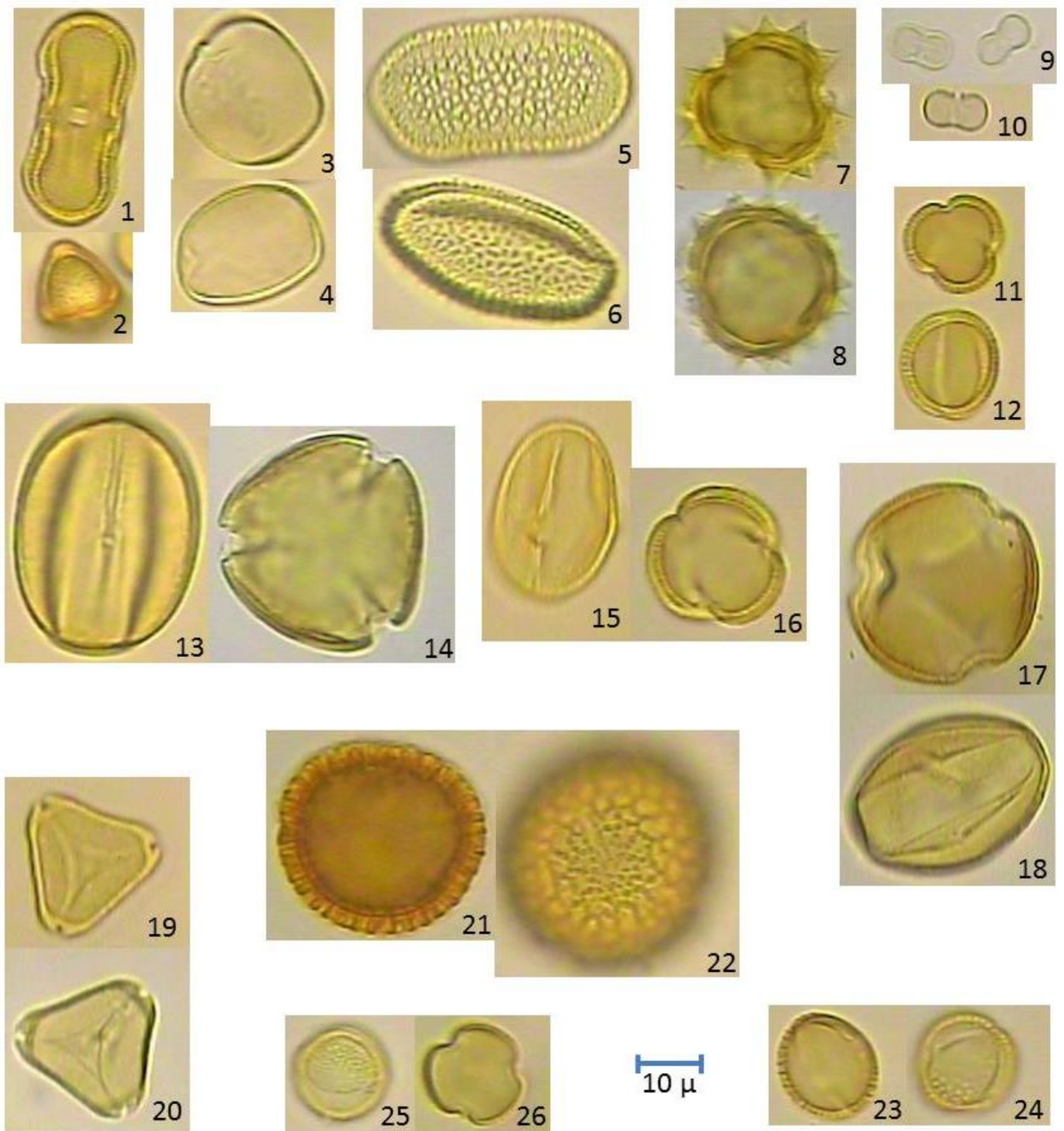


Fig. 3. Tipos polínicos dominantes y algunos secundarios identificados en las mieles del Valle de Mexicali. Apiaceae: 1-2. *Coriandrum sativum*, Arecaceae: 3-4. *Phoenix dactylifera*, Arecaceae: 5-6. *Washingtonia filifera*, Asteraceae: 7-8. *Pluchea sericea*, Boraginaceae: 9-10. *Cryptantha micrantha*, 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*.

De acuerdo al análisis cuantitativo (Maurizio, 1939), 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. En el periodo de agosto 2010 la totalidad de las mieles correspondieron a los grupos II y III, y aquella ubicada en la clase I se colectó en el mes de agosto de 2011 (fig. 4).

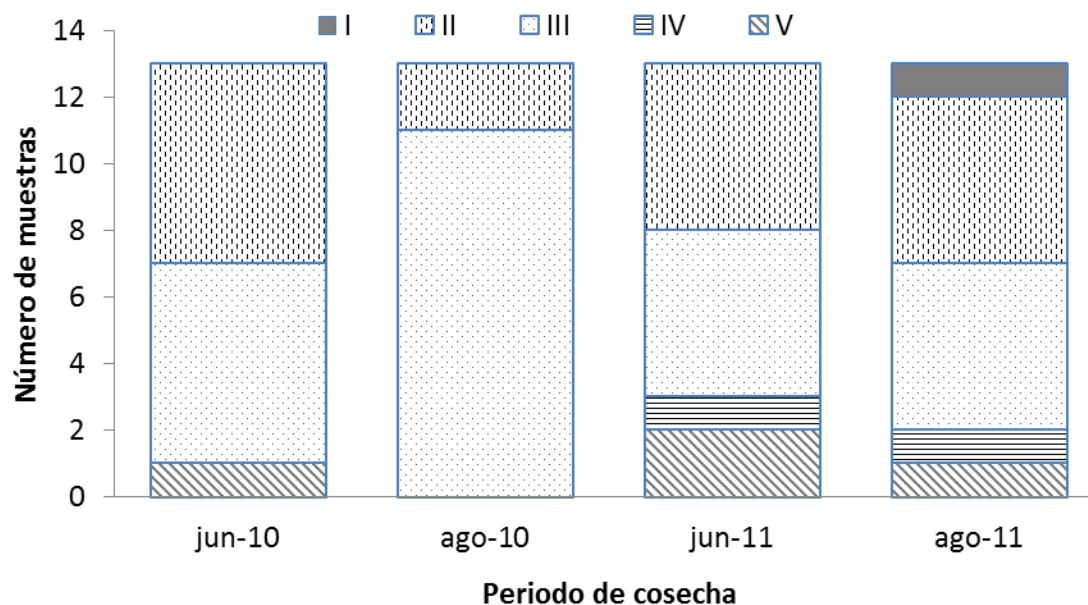


Fig. 4. Cantidad de muestras por grupo de acuerdo a su contenido de polen para cada periodo de cosecha.

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 (Cuadro 1 y Cuadro 2). En contraste, hubo 30 tipos polínicos, que corresponden a 17 familias cuya frecuencia fue $< 1\%$ (Cuadro 3).

Considerando la frecuencia con que cada tipo polínico estuvo presente en las muestras (frecuencia de ocurrencia), sobresale el de *Tamarix spp.*, que se encontró en el 100% de las mieles analizadas, seguido de *Prosopis spp.*, presente en 48 (92% de las mieles), *Medicago*

sativa, estuvo en 47 (90%) de las mieles, seguidos por *Pluchea sericea* y el tipo Chen-Am, presentes cada uno en 45 (87%) mieles analizadas; otros tipos polínicos también presentes en la mayoría de las muestras fueron Myrtaceae, en 42 mieles (81%), seguido por *Washingtonia filifera*, *Sysimbrium irio*, Poaceae 1, y *Salix gooddingi*, cada uno presente en 38 (76%) de las mieles analizadas (Cuadro 1 y Cuadro 2). De los tipos polínicos representados en proporciones bajas (< 1%), los que tuvieron mayor frecuencia de ocurrencia fueron *Baccharis salicifolia*, *Gossypium hirsutum*, *Acacia saligna*, *Cucumis melo*, *Malvella leprosa*, *Heterotheca* sp., *Heliotropium curassavicum*, *Opuntia* sp., y *Populus fremontii* (Cuadro 3).

Cuadro 1. Clases de Frecuencia de tipos polínicos, de acuerdo a Louveaux *et al.* (1978), presentes en muestras de miel del Valle de Mexicali, Baja California, con $\geq 1\%$, durante dos periodos de cosecha en 2010. P = Polen dominante ($>45\%$), S= Polen secundario (16-45%), I = Polen de importancia menor (3-15%), M= Polen menor ($<3\%$)

Taxon	Periodo/Apiario																											
	JUNIO DE 2010														AGOSTO DE 2010													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%
Aizoaceae																												
<i>Sesuvium verrucosum</i>	---	---	M	---	M	M	M	---	---	M	---	M	M	0.34	---	M	M	---	---	---	M	---	M	M	---	M	I	0.87
Apiaceae																												
<i>Coriandrum sativum</i>	M	I	P	M	---	I	M	---	M	S	---	M	I	7.70	---	M	M	M	---	---	M	---	M	M	---	---	M	0.43
Arecaceae																												
<i>Phoenix dactylifera</i>	---	M	M	I	I	I	M	I	M	M	I	---	M	3.95	---	M	M	M	I	M	---	I	---	---	M	---	---	1.53
<i>Washingtonia filifera</i>	M	---	M	M	I	M	---	---	---	---	---	I	M	1.13	M	M	M	M	M	M	---	I	---	M	---	M	I	1.74
Asteraceae																												
<i>Ambrosia dumosa</i>	---	M	M	M	---	M	---	---	M	---	---	M	---	0.10	---	M	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.04
<i>Baccharis</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	---	---	---	---	---	---	---	M	M	---	---	---	---	0.01
<i>sarothroides</i>																												
<i>Carthamus tinctorius</i>	---	---	I	---	---	M	---	---	M	---	---	---	---	0.48	---	---	---	M	---	---	M	---	---	M	M	---	---	0.32
<i>Chloracantha spinosa</i>	---	---	---	---	---	M	M	---	M	---	---	M	---	0.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00
<i>Helianthus</i> sp.	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.01	---	M	---	---	M	---	M	I	---	---	---	---	M	0.71
<i>Palafoxia arida</i>	---	---	---	---	---	M	---	---	---	M	M	---	---	0.03	---	---	---	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	0.02
<i>Pluchea sericea</i>	I	I	I	I	S	M	I	M	I	M	M	S	I	9.17	M	---	M	M	S	---	M	M	---	M	P	---	M	7.88
<i>Taraxacum</i> spp.	M	M	M	M	---	---	---	M	M	M	---	M	---	0.10	---	M	M	M	---	---	---	---	---	M	---	---	---	0.05
Bignoniaceae																												
<i>Tecoma stans</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	---	---	---	M	M	---	---	M	---	---	---	---	---	0.20
Boraginaceae														0.00													0.00	
<i>Cryptantha micrantha</i>	M	---	---	I	M	---	---	S	---	---	---	---	---	2.82	---	---	---	---	M	---	---	M	---	---	---	---	---	0.10
Brassicaseace																												
<i>Brassica</i> spp.	---	---	---	M	---	---	---	M	---	---	---	---	---	0.17	---	---	---	I	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.97
<i>Sysimbrium irio</i>	---	---	M	I	---	M	M	---	M	M	M	I	M	1.61	---	---	---	P	M	---	M	M	---	M	M	---	M	5.92

(Continúa)

Cuadro 1. (Continuación)

Taxon	Periodo/Apiario																											
	JUNIO DE 2010														AGOSTO DE 2010													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%
Cenopodriacea-																												
Amaranthaceae																												
Chen-Am	---	---	M	M	---	M	M	M	M	M	M	M	M	0.35	---	I	I	M	M	M	I	M	S	I	M	I	I	6.08
Convolvulaceae																												
Convolvulus arvensis	M	---	M	M	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00
Cressa truxillensis	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	M	0.14	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.03
Cucurbitaceae																												
Citrullus lanatus	---	---	---	---	M	M	M	M	M	---	---	---	---	0.07	---	---	---	M	---	---	---	M	---	---	---	---	---	0.03
Fabaceae																												
Leucaena leucocephala	---	---	M	M	M	M	M	---	---	M	---	M	M	0.45	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.02
Medicago sativa	M	I	M	I	M	M	I	---	M	M	---	M	M	2.43	M	S	S	M	I	I	S	I	M	I	M	M	S	9.23
Melilotus sp.	M	S	M	I	M	---	M	I	M	M	---	M	M	3.52	---	---	M	---	---	---	M	I	---	M	---	---	M	0.50
Parkinsonia spp.	---	M	I	M	---	M	M	M	M	M	---	---	---	0.86	---	M	I	---	I	M	---	M	---	M	I	---	M	1.63
Prosopis spp.	P	S	I	I	S	M	S	M	P	I	S	S	I	26.51	I	---	M	M	M	M	S	I	---	I	I	M	M	2.97
Sesbania herbacea	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	---	---	---	---	M	M	---	---	---	---	---	---	---	0.11
Trifolium spp.	---	M	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.03	---	---	M	---	M	---	---	---	M	---	---	---	---	0.08
Fagaceae																												
Quercus sp.	M	---	---	---	---	---	---	---	M	---	---	M	---	0.21	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.06
Lamiaceae																												
Lamiaceae	---	---	M	---	---	---	M	---	---	I	---	---	---	0.38	---	---	---	---	M	---	M	---	---	---	---	---	---	0.01
Malvaceae																												
Sphaeralcea ambigua	---	---	---	M	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.10	---	---	---	---	M	---	---	---	---	M	---	---	---	0.06
Myrtaceae																												
Myrtaceae	M	M	I	M	M	I	M	---	---	I	---	I	I	2.68	M	M	M	M	M	M	M	---	---	M	---	M	M	0.36
Nyctaginaceae														0.00													0.00	
Abronia villosa	---	---	---	M	M	M	---	S	---	---	---	---	---	1.48	---	---	---	---	M	---	---	M	---	---	---	---	---	0.19
Olecaceae																												
Fraxinus velutina	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	M	M	0.11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00

(Continúa)

Cuadro 1. (Continuación)

Taxon	Periodo/Apiario																											
	JUNIO DE 2010														AGOSTO DE 2010													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%
Onagraceae																												
<i>Camissonia</i> spp.	---	---	---	---	---	---	---	I	---	---	---	---	---	0.59	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00
Poaceae																												
Poaceae 1	---	---	M	M	I	M	I	---	M	M	M	M	---	1.16	M	M	M	---	M	M	I	M	---	I	---	I	M	2.83
<i>Sorghum bicolor</i>	---	---	---	M	I	M	M	---	---	---	---	M	---	0.72	I	M	---	M	M	M	M	M	---	I	---	M	M	1.54
<i>T. Cynodon dactylon</i>	---	---	---	M	---	M	M	M	---	---	M	M	M	0.49	---	M	---	M	M	M	---	M	M	---	M	M	M	0.31
<i>T. Phalaris minor</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	M	---	---	---	0.03
<i>Zea mays</i>	---	---	---	M	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.12	---	M	M	---	---	---	---	M	---	M	---	---	---	0.12
Polygonaceae																												
<i>Eriogonum</i> spp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	M	---	0.01	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	M	---	---	0.08
<i>Polygonum fusiforme</i>	---	M	---	---	M	---	M	---	---	M	---	M	---	0.20	---	M	---	---	---	M	---	---	M	---	---	---	---	0.05
<i>Polygonum persicaria</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	M	---	M	---	0.23	---	M	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.09
Rutaceae																												
<i>Citrus</i> spp.	---	---	M	M	M	M	M	M	M	M	---	M	M	0.56	---	---	---	I	M	---	M	M	---	M	M	M	M	0.48
Salicaceae																												
<i>Salix gooddingi</i>	---	M	M	M	---	M	M	---	M	---	M	M	---	0.53	M	M	M	M	M	M	---	M	M	M	M	---	M	0.33
Solanaceae																												
<i>Pysallis</i> sp.	---	I	M	---	---	I	---	I	---	---	---	M	---	1.36	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00
<i>Solanum</i> sp.	---	---	M	M	---	M	---	M	---	---	---	M	M	0.63	---	---	M	M	M	---	---	M	---	---	---	---	M	0.35
Tamaricaceae																												
<i>Tamarix</i> spp.	M	I	I	S	I	P	S	I	I	P	P	I	S	25.42	P	S	P	I	P	P	S	S	P	P	I	P	P	51.17
Zygophyllaceae																												
<i>Larrea tridentata</i>	M	---	M	M	---	M	---	M	---	---	M	---	M	0.10	---	M	-	---	---	---	---	---	---	M	---	---	---	0.15

Mieles de junio, 2010. Los taxones con representación $\geq 10\%$ fueron *C. sativum*, *P. dactylifera*, *P. sericea*, *Cryptantha micrantha*, *Melilotus* sp., *Prosopis* spp., *Abronia villosa* y *Tamarix* spp. Seis de las trece muestras fueron clasificadas como mieles monoflorales ($\geq 45\%$), tres de ellas fueron de *Tamarix* spp., dos de *Prosopis* spp. y una de *C. sativum*. Se identificaron 62 tipos polínicos, pertenecientes a 25 familias.

Mieles de agosto, 2010. Los tipos polínicos mejor representados ($\geq 10\%$) fueron *P. dactylifera*, *P. sericea*, *Brassica* spp., *S. irio*, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, *Medicago sativa*, *Prosopis* spp., Poaceae 1, y *Tamarix* spp. Diez de las trece muestras de este periodo se clasifican como monoflorales, ocho de ellas fueron de *Tamarix* spp y una de *S. irio* y *P. sericea* respectivamente. Estuvieron presentes 55 tipos polínicos, correspondientes a 24 familias.

Mieles de junio, 2011. En este periodo los taxones registrados $\geq 10\%$ fueron: *P. dactylifera*, *W. filifera*, *P. sericea*, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis* spp., Myrtaceae, *Sorghum bicolor*, *Salix gooddingi*, y *Tamarix* spp. De las 13 muestras, nueve se clasifican como monoflorales, en cuatro de ellas el polen dominante fue de *Prosopis* spp., y hubo una muestra con polen dominante de *P. sericea*, otra de *P. dactylifera*, una de *W. filifera*, una de *Tamarix* spp., y otra de Myrtaceae. Se identificaron 64 tipos polínicos, correspondientes a 26 familias botánicas.

Mieles de agosto, 2011. Aquellos tipos polínicos que sobresalieron por su importancia durante este periodo ($\geq 10\%$) fueron *P. dactylifera*, *W. filifera*, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, *Medicago sativa*, *Melilotus* sp., *Prosopis* spp., Myrtaceae, *Sorghum bicolor*, y *Tamarix* spp. Es interesante notar que nueve de las trece muestras se clasifican como monoflorales, y que de ellas en siete el polen dominante fue de *Tamarix* spp.. Se tuvo una muestra cuyo polen dominante fue de *Prosopis* spp., y otra en la cual el tipo polínico más abundante fue Chenopodiaceae-Amaranthaceae. En este periodo los tipos polínicos identificados fueron 56, de 25 familias distintas.

Cuadro2. Clases de Frecuencia de clases de tipos polínicos, de acuerdo a Louveaux *et al.* (1978), presentes en muestras de miel del Valle de Mexicali, Baja California, con $\geq 1\%$, durante dos periodos de cosecha en 2011. P = Polen dominante ($>45\%$), S= Polen secundario (16-45%), I = Polen de importancia menor (3-15%), M= Polen menor ($<3\%$)

Taxon	Periodo/Apiario																											
	JUNIO DE 2011														AGOSTO DE 2011													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%
Aizoaceae																												
<i>Sesuvium verrucosum</i>	---	---	M	---	---	---	---	---	---	I	---	---	M	0.46	---	I	M	I	---	M	M	---	M	M	---	M	I	1.34
Apiaceae																												
<i>Coriandrum sativum</i>	---	---	---	---	M	I	---	---	M	I	---	M	M	1.19	---	---	M	---	---	M	M	---	M	I	---	---	M	0.92
Arecaceae																												
<i>Phoenix dactylifera</i>	---	M	---	---	M	I	---	P	---	M	---	M	M	6.85	---	---	M	---	M	S	---	M	M	---	I	M	I	3.03
<i>Washingtonia filifera</i>	M	---	I	M	M	M	---	M	P	I	---	I	I	6.81	M	---	M	I	M	I	M	M	S	M	---	S	M	4.25
Asteraceae																												
<i>Ambrosia dumosa</i>	---	---	---	---	M	M	---	---	---	---	---	---	---	0.06	---	---	---	---	I	M	M	---	M	M	---	M	---	0.41
<i>Baccharis sarothroides</i>	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.01	M	---	M	M	M	M	M	---	M	---	---	---	I	0.72
<i>Carthamus tinctorius</i>	---	---	---	M	---	M	M	---	---	---	---	---	---	0.03	---	---	M	---	---	---	M	---	---	M	---	---	M	0.09
<i>Chloracantha spinosa</i>	---	M	---	---	M	M	---	---	M	---	---	---	M	0.24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00
<i>Helianthus</i> sp.	---	---	---	---	---	M	---	---	M	---	---	---	---	0.04	---	---	---	---	---	M	---	M	---	---	---	---	---	0.06
<i>Palafoxia arida</i>	---	---	M	---	M	---	---	---	M	---	---	---	M	0.20	---	M	M	M	---	---	---	---	---	M	---	---	---	0.07
<i>Pluchea sericea</i>	I	M	M	P	I	I	M	M	M	I	M	M	I	7.27	---	---	M	M	M	---	M	M	M	M	M	M	M	0.59
<i>Taraxacum</i> spp.	---	M	---	M	M	---	---	M	---	---	---	---	---	0.16	---	---	---	---	M	M	M	M	M	M	M	---	---	0.19
Bignoniaceae																												
<i>Tecoma stans</i>	---	---	M	---	---	---	---	---	---	M	---	M	---	0.07	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	M	---	0.06
Boraginaceae														0.00													0.00	
<i>Cryptantha micrantha</i>	---	---	---	---	---	---	---	I	---	---	---	---	---	0.25	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00
Brassicaseace																												
<i>Brassica</i> spp.	---	---	---	---	M	M	M	---	M	M	M	M	M	0.37	---	---	---	M	M	M	---	---	---	M	M	M	---	0.14
<i>Sysimbrium irio</i>	M	M	M	I	I	I	M	M	M	M	---	M	M	1.64	---	---	M	M	M	I	M	---	M	M	M	M	M	0.50

(Continúa)

Cuadro 2. (Continuación)

Taxon	Periodo/Apiario																											
	JUNIO DE 2011														AGOSTO DE 2011													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%
Chenopodiaceae-																												
Amaranthaceae																												
Chen-Am	---	M	M	M	I	M	M	---	S	I	---	M	M	3.15	M	P	I	I	I	I	I	I	I	I	M	M	I	9.35
Convolvulaceae																												
Convolvulus arvensis	---	M	---	M	---	---	---	---	---	---	M	---	M	0.10	---	---	M	---	---	M	---	---	---	---	---	---	M	0.05
Cressa truxillensis	---	M	---	---	M	---	---	---	---	M	---	---	---	0.05	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.01
Cucurbitaceae																												
Citrullus lanatus	M	---	M	M	---	---	---	---	---	I	---	---	M	0.49	---	M	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.05
Fabaceae																												
Leucaena leucocephala	---	---	---	---	---	S	---	---	---	M	---	M	---	1.94	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00
Medicago sativa	M	M	I	I	I	M	---	I	M	M	---	M	I	2.56	M	I	I	I	I	I	I	M	M	I	---	I	I	5.93
Melilotus sp.	I	---	I	---	M	---	---	M	---	M	---	M	M	0.94	---	---	---	---	M	M	M	---	---	S	---	---	M	1.52
Parkinsonia spp.	M	---	---	M	M	M	M	---	---	M	---	M	M	0.29	---	---	M	M	M	M	M	---	---	M	---	M	---	0.34
Prosopis spp.	P	P	I	M	I	M	P	M	M	I	P	I	S	29.05	M	---	I	I	M	M	S	---	M	M	P	I	I	9.33
Sesbania herbacea	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	---	---	M	M	---	M	---	---	---	M	---	---	---	0.09
Trifolium spp.	---	---	I	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.38	---	---	M	M	---	---	---	---	---	M	---	M	---	0.31
Fagaceae																												
Quercus sp.	M	---	---	---	M	M	---	---	---	---	---	---	---	0.10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00
Lamiaceae																												
Lamiaceae	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	M	---	0.02
Malvaceae																												
Sphaeralcea ambigua	M	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	M	---	0.03	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.02
Myrtaceae																												
Myrtaceae	M	M	M	M	M	I	I	M	---	I	M	P	M	6.75	---	---	M	M	M	M	M	---	M	M	M	S	I	2.48
Nyctaginaceae														0.00														0.00
Abronia villosa	M	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.03	---	---	---	---	M	---	M	---	---	---	---	---	---	0.01
Olecaceae																												
Fraxinus velutina	---	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	M	---	0.02	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	I	---	0.66

Cuadro 2. (Continuación)

Periodo/Apiario																												
Taxon	JUNIO DE 2010														AGOSTO DE 2010													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	%
Onagraceae																												
<i>Camissonia</i> spp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	---	---	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	0.01
Poaceae																												
Poaceae 1	M	I	I	---	M	---	---	---	I	M	---	---	M	1.57	M	I	M	M	M	M	M	M	M	M	---	M	M	1.49
<i>Sorghum bicolor</i>	---	I	I	I	M	M	M	---	---	I	---	---	M	1.96	M	M	I	I	M	M	M	---	M	I	---	M	M	2.29
<i>T. Cynodon dactylon</i>	---	---	I	---	M	M	---	---	M	M	M	---	M	1.10	---	M	M	M	M	M	M	M	M	M	---	I	M	0.88
<i>T. Phalaris minor</i>	---	---	I	M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.37	M	---	---	---	---	M	M	---	M	---	---	---	---	0.18
<i>Zea mays</i>	---	---	M	---	---	---	---	---	---	M	---	---	---	0.07	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.01
Polygonaceae																												
<i>Eriogonum</i> spp.	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.03	---	---	---	---	M	M	---	---	---	M	---	---	---	0.18
<i>Polygonum fusiforme</i>	---	M	I	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.33	M	---	---	---	---	---	---	M	---	---	M	---	---	0.14
<i>Polygonum persicaria</i>	---	---	---	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	0.01	---	---	M	---	M	---	---	---	---	---	M	---	---	0.21
Rutaceae																												
<i>Citrus</i> spp.	---	I	M	---	M	I	---	---	---	M	---	M	M	1.07	---	---	M	---	M	---	M	---	---	M	M	M	M	0.30
Salicaceae																												
<i>Salix gooddingi</i>	M	---	M	---	S	M	---	---	M	M	---	M	M	2.09	---	---	M	M	I	M	M	M	M	M	M	M	I	1.30
Solanaceae																												
<i>Pysallis</i> sp.	---	---	---	---	---	I	---	---	---	---	---	---	---	0.55	---	---	---	M	---	---	---	---	---	---	---	---	M	0.05
<i>Solanum</i> sp.	M	M	I	---	M	M	M	---	---	---	---	---	M	0.50	M	---	---	M	M	M	---	---	---	M	---	I	M	1.02
Tamaricaceae																												
<i>Tamarix</i> spp.	I	I	I	I	S	S	S	I	I	S	S	I	P	18.15	P	S	P	P	P	S	S	P	P	S	I	S	P	48.87
Zygophyllaceae																												
<i>Larrea tridentata</i>	---	---	M	M	M	M	---	---	M	---	---	---	---	0.22	---	---	---	---	---	---	M	M	M	---	---	---	---	0.27

Cuadro 3. Muestras con presencia de tipos polínicos con <1% en cuatro periodos de cosecha durante 2010 y 2010 en mieles de Mexicali, Baja California*

Taxon	Periodo de colecta (mes y año, por número de apiario)			
	Junio, 2010	Agosto, 2010	Junio, 2011	Agosto, 2011
Alliaceae				
<i>Allium cepa</i>	6			13
Aloaceae				
<i>Aloe</i> sp.		5		
Apiaceae				
<i>Apium graveolens</i>	4		2	
Asteraceae				
<i>Baccharis salicifolia</i>	2,3,4,9,13	2,3,13	10	10
<i>Geraea canescens</i>	12	7	4	
<i>Heterotheca</i> sp.		2,6		2,3
<i>Lactuca</i> sp.			10	4,10
<i>Pectis</i> sp.	1,12			10
<i>Sonchus</i> sp.			12	
Boraginaceae				
<i>Cryptantha angustifolia</i>		4		
<i>Ehretia tinifolia</i>			10,13	
<i>Heliotropium curassavicum</i>	12		1,12	4
Burseraceae			13	
<i>Bursera</i> sp.				
Cactaceae				
<i>Opuntia</i> sp.	1,13	10	13	
Convolvulaceae				
<i>Ipomoea carica</i>			3	
Cucurbitaceae				
<i>Cucumis melo</i>	4,6,9	4,8	4,12	5,8
<i>Cucurbita maxima</i>		8		
Euphorbiaceae				
<i>Euphorbia</i> sp.			5	
Fabaceae				
<i>Acacia saligna</i>	1,2,4,6,9,10,12,13		2	12
<i>Lotus</i> sp.	4			
<i>Lupinus</i> sp.	4			
Geraniaceae				
<i>Geraniaceae</i>	12			
Lythraceae				
<i>Punica granatum</i>			2	
Malvaceae				
<i>Gossypium hirsutum</i>		4,5,8,11	2,3,5	1,4,5,7
<i>Malva parviflora</i>			4	
<i>Malvella leprosa</i>	7	12	7,10	4,12

Cuadro 3 (Continuación)

Taxon	Periodo de colecta (mes y año, por número de apiario)			
	Junio, 2010	Agosto, 2010	Junio, 2011	Agosto, 2011
Pinaceae				
<i>Pinus</i> sp.			3	
Rosaceae				
<i>Adenostoma fasciculatum</i>	4,12			
<i>Fragaria</i> sp.	4	5		
Salicaceae				
<i>Populus fremontii</i>		5	2,11	13

* Número de apiario en el cual estuvo presente el tipo polínico.

En las figuras 5 y 6 se muestran las proporciones de los estos pólenes dominantes y secundarios en cada muestra de miel por periodo de cosecha; se observa que *Tamarix* es el tipo mejor representado en todos los periodos, con marcado predominio en las mieles del mes de agosto en ambos años, seguido por *Prosopis*, que sobresale como polen predominante y secundario en las mieles cosechadas en junio y cuya importancia es menor en agosto, pero que tiende a aparecer en los mismos apiarios en distintos periodos; en tercer lugar se encuentra representado el polen correspondiente a *P. sericea*, que pese a ser dominante en dos muestras, una de agosto de 2010 y otra de junio de 2011, no llegó a encontrarse ni siquiera como polen secundario en alguna de las muestras colectadas en agosto de 2011 y no siempre fue importante o secundario en los mismos apiarios donde previamente había aparecido con algún nivel de importancia. El polen de *M. sativa* solo fue taxón secundario en cuatro muestras de agosto de 2011.

Otros tipos polínicos sobresalientes por su proporción en algunas de las muestras fueron: Chen-Am, que fue dominante 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*, dominante en una muestra de junio de 2011 y secundaria en otra de agosto del mismo año; también en las mieles de 2011 *W. filifera* fue polen dominante en una muestra de junio y secundario en dos muestras de agosto, una de ellas en el mismo sitio donde previamente había resultado como dominante; lo mismo ocurrió

con el polen de Myrtaceae, que siendo dominante 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 dominante en otra de las muestras obtenidas en junio de 2010, sin haber llegado a ser dominante o secundaria 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* figuró como polen dominante en una muestra de agosto de 2011. Finalmente, hubo cuatro tipos de polen que aparecieron como secundarios en una sola de las muestras, estos correspondieron a: *S. gooddingui*, *C. micrantha*, *L. leucocephala*, y *A. villosa*.

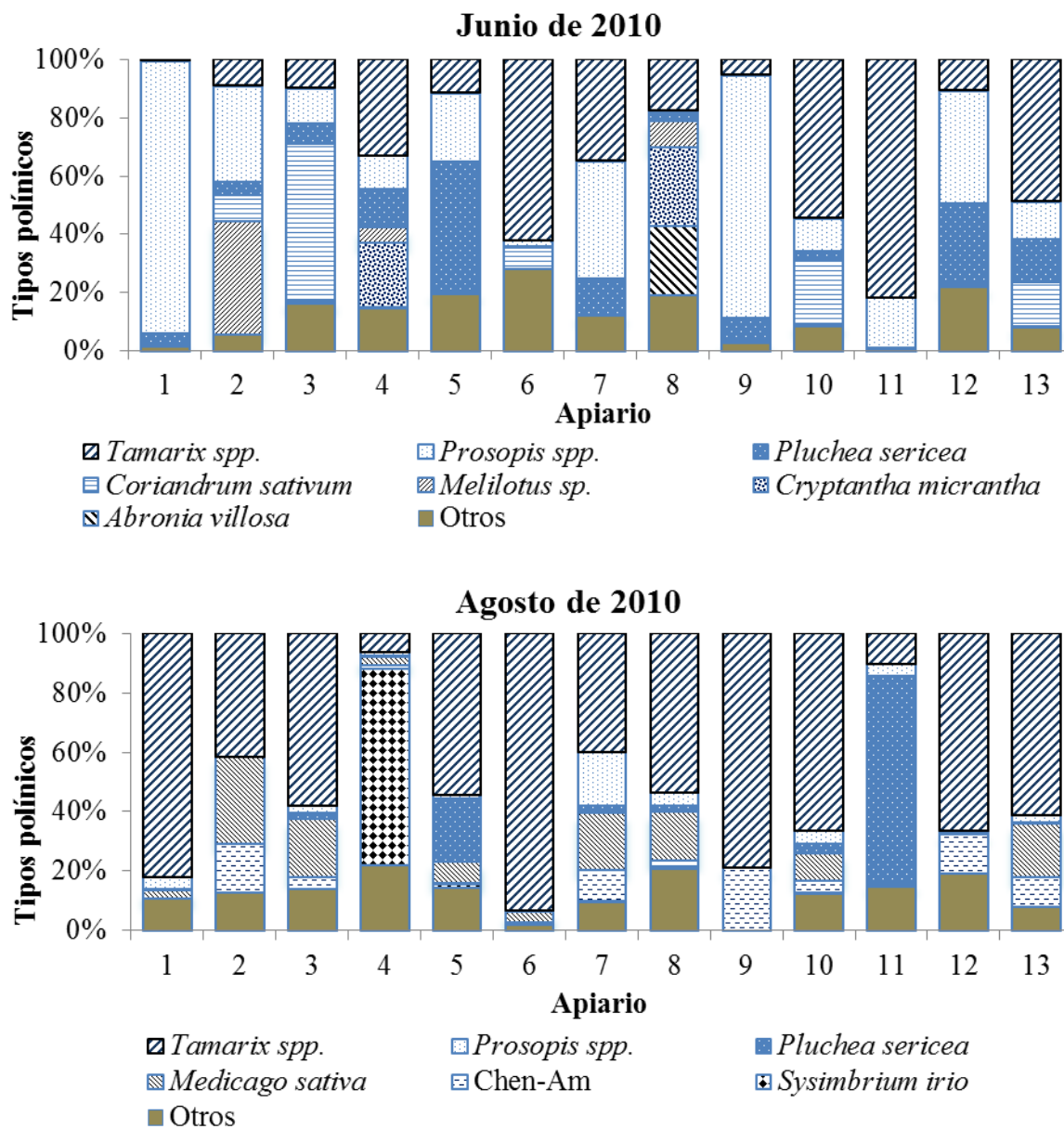


Fig. 5. Polen dominante y secundario durante dos temporadas de cosecha en mieles del Valle de Mexicali, 2010.

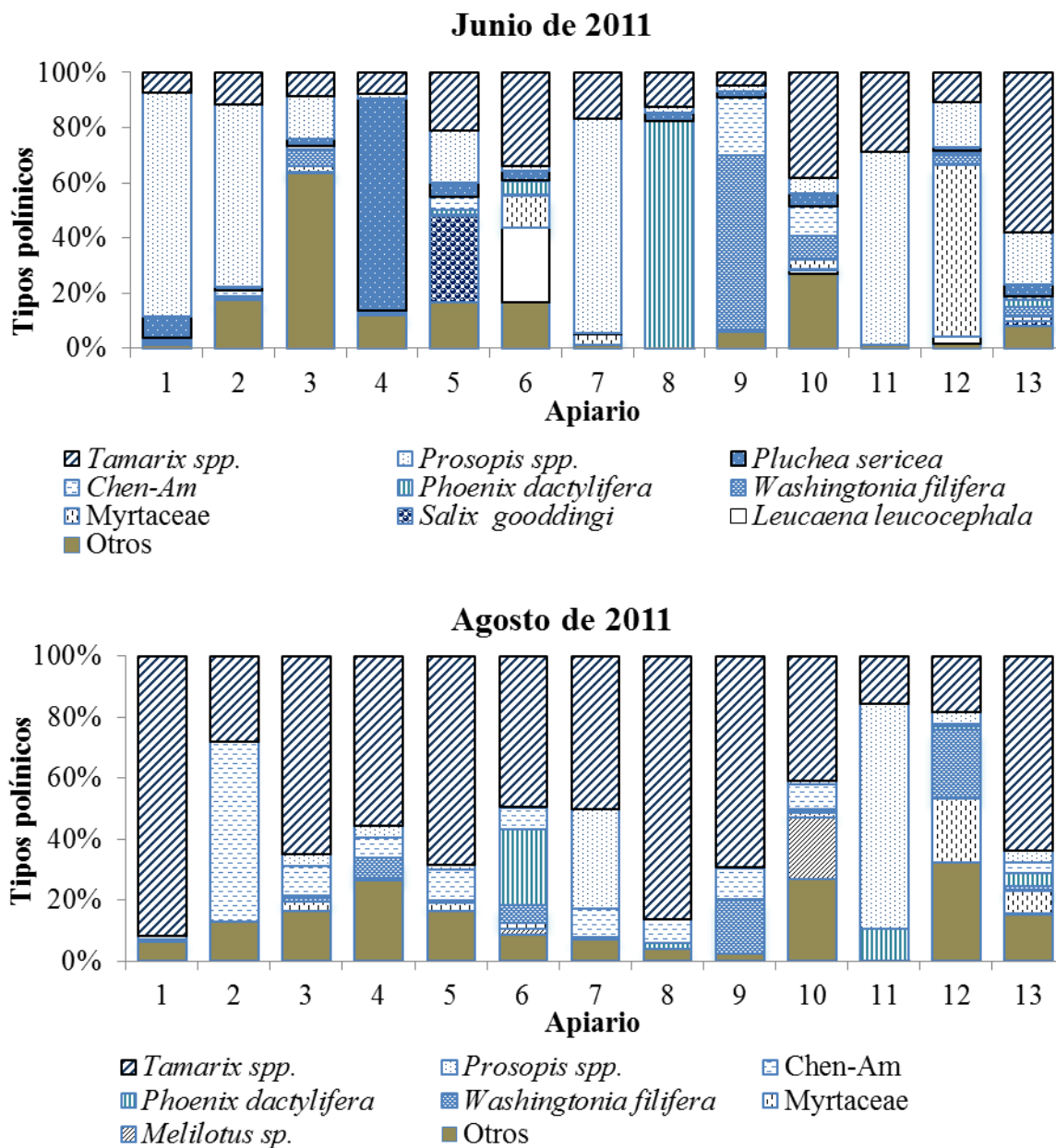


Fig. 6. Polen dominante y secundario durante dos temporadas de cosecha en mieles del Valle de Mexicali durante 2011.

DISCUSION

Este 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), casi siempre estas referencias corresponden a observaciones de visitas de las abejas a las flores, pero mediante la identificación de los granos de polen que estos recursos nectaríferos, y otros de los que no existían referencias previas, se confirman como importantes para la apicultura en la región.

Aun cuando en las mieles de Mexicali se observa una riqueza de tipos polínicos relativamente baja comparado con otros estudios (Jones y Bryant, 2014; Costa *et al.*, 2013; Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011; Villanueva-Gutiérrez, 1994), ello se explica, en parte, por la relativa homogeneidad del área de estudio y la baja diversidad del hábitat, ya que con frecuencia la diversidad del área donde fue producida la miel se refleja en la diversidad polínica que esta contiene (González-Porto *et al.*, 2013) y probablemente se relaciona también a la sustitución de la vegetación riparia por cultivos y especies invasivas como pino salado (*Tamarix* spp.) (Delgadillo, 1998). También, el espectro polínico refleja un elevado nivel de intervención humana en el área de estudio (Fernandes *et al.*, 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 ya se había reportado en trabajos de 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 como Costa *et al.*, (2013), Forcone *et al.* (2003), Crane (1991), y Villanueva (1984). Sin embargo en relación a la proporción de granos polen contados en las muestras de miel, la familia más representada fue Tamaricaceae, seguida de Fabaceae y Asteraceae (Cuadro 1 y 2).

Considerando la clasificación de mieles por su contenido polínico, la mayoría de las mieles producidas en Mexicali pueden considerarse como monoflorales, destacando en proporción 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 Mexical. Las mieles de *Tamarix* spp. se obtienen principalmente durante la segunda mitad del periodo de cosecha (agosto). Pero desde el punto de vista comercial, resulta más atractiva la posibilidad de ofrecer mieles cuyo polen dominante 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*).

Los resultados del análisis cuantitativo revelaron que el 52 % de las de miel del Valle de Mexicali se ubicaron en el grupo III (27 muestras), con contenido de granos de polen de 100000-500000 por 10 g de miel, lo que indica que proceden de plantas altamente productoras de polen. Además se obtuvo que el 34 % de las muestras se clasificaron en el grupo II (18 muestras), con

contenido de granos de polen de 20000-100000 por 10 g de miel, indicando que proceden de plantas que producen una cantidad normal de polen (Louveaux *et al*, 1978; Jones y Bryant, 1996; y Von der Ohe *et al.*, 2004).

El 11.5 % de las muestras de miel se clasificaron en los grupos IV y V, con contenido de granos polen > 500000 por 10 g de miel, indicando que provienen de plantas con néctares extremadamente ricos en polen (Louveaux *et al*, 1978; Jones y Bryant, 1996; y 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, los que pudo sobrerrepresentar el contenido de polen en las muestras de miel estudiadas.

Por su frecuencia de ocurrencia, y por sus proporciones en las muestras (clase de frecuencia), *Tamarix* spp, *Prosopis* spp., *M. sativa* y *P. sericea* se pueden considerar las principales fuentes de néctar y elementos representativos de las mieles del Valle de Mexicali. Además hay otras plantas que pueden ser secundarias y de importancia menor, pero incluso aquellas consideradas como infrecuentes o “raras” juegan un papel importante en el sostenimiento de las colmenas y su fortalecimiento previo a las floraciones importantes (Jones y Bryant, 2014; Sajwani *et al.*, 2007). Incluso especies anemófilas o plantas sin nectarios, como las poaceas 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 (Jones y Bryant, 2014; Ponnuchamy *et al.*, 2014; Sajwani *et al.*, 2007), lo cual coincide con nuestro estudio debido a que se detectó la presencia de polen de *Sorghum* sp en las muestras de miel; este es un cultivo importante en la

zona y su floración se presenta principalmente entre julio y septiembre, lo que explica su elevada frecuencia en algunas muestras de miel de agosto. Además, el uso de recursos polínicos de especies consideradas anemófilas y de bajo valor nutricional para las abejas (Poaceae), puede revelar que existen periodos con ausencia de polen de otras fuentes más atractivas (Fernandes *et al.*, 2012).

Es interesante observar la baja representación de polen de *Gossypium hirsutum*, dada la importante superficie sembrada con este cultivo en la zona de estudio, (32,000 ha, SIAP 2011) y a que 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 de algodón (Persano-Oddo *et al.*, 2004), aun cuando su productividad no depende de la polinización por abejas (Barfield *et al.*, 2015). Esta baja presencia se puede 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 de gran tamaño (Todd y Vansell, 1942). Adicionalmente, el uso frecuente de agroquímicos, como imidacloprid (Keefer y Gold, 2014), pudiera reducir la visita de las abejas a este cultivo, debido a efectos subletales sobre *A. mellifera* (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 (Pise y Viraktamath, 2015; Pierre y Hofs, 2010).

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 *Medicago sativa*, *Coriandrum sativum*, *Phoenix dactylifera*, *Washingtonia filifera* y *Sysimbrium irio*.

El 60% de las mieles cosechadas en el Valle de Mexicali pueden describirse como monoflorales, y de estas más de la mitad contienen como polen dominante el de *Tamarix spp.*; también se producen mieles monoflorales de *Prosopis spp.*, *Pluchea sericea*, y en menor medida de *Coriandrum sativum*, *Washingtonia filifera*, *Phonex dactylifera*, Myrtaceae y *Sysimbrium irio*. La mayor parte de las mieles monoflorales de *Prosopis spp.* se obtienen durante la primera cosecha (mayo a junio), y en la cosecha de agosto predominan las mieles de *Tamarix spp.*

REFERENCIAS

- Barfield A. S., J. C. Bergstrom, S. Ferreira, A. P. Covich, and K. S. Delaplane. 2015. An Economic Valuation of Biotic Pollination Services in Georgia. *Journal of Economic Entomology*. 108 (2): 388-398.
- Brun, L., Abdulsamad, A., Geurtsen, C., and G.Gereffi. 2010. Agricultural Value Chains in the Mexicali Valley of Mexico. Center on Globalization Governance & Competitiveness. 33 pp.
- 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). *Información Tecnológica*. 23(3): 11-20.
- Castellanos-Potenciano, B. P., E. Ramírez-Arriaga, y J. M. Zaldívar-Cruz. 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.
- 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 honeybees. *Apiacta*, 26, 57-64.
- Decourtye, A., E. Mader, y N. Desneux. 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *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. and O. M. Barth. Pollen analysis of honey and beebread derived from Brazilian mangroves. Brazilian Journal of Botany 35(1):79-85.
- Forcone, A., O. Bravo and M. G. Ayestarán. 2003. Intraannual variations in the pollinic spectrum of honey from the lower valley of the River Chubut (Patagonia, Argentina). Spanish Journal of Agricultural Research. 1(2): 29-36.
- Forcone, A., y S. Ruppel. 2012. Polen de interés apícola del Noroeste de Santa Cruz (Patagonia Argentina): aspectos morfológicos. Bo. 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). Cuarta edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 217 pp
- González-Porto A. V., T. Martín-Arroyo, M. J. Gil-García, B. Ruíz-Zapata, J. Álvarez-Jiménez, and 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., and V. M. Bryant. 1996. New Frontiers in Palynology 23D-Melissopalynology. En: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (Ed.). Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Vol. 3. pp. 933-938.
- Jones, G. D., and V. M. Bryant. 2014. Pollen Studies of East Texas Honey. Palynology. 38 (2): 242-258.

- Kamble, K. D., R. S. Pandit, and 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, and J. E. King. 2000. *Pollen and Spores*. 2nd ed. American Association of Stratigraphic Palynologists. 279 pp.
- Keefer, T. C. and R. E. Gold. 2014. Recovery of Imidacloprid from Leachate and Soil. *Southwestern Entomologist*. 39 (3), 427-438.
- Loveaux, J., A. Maurizio, and 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, and K. Von Der Ohe. 2004. Botanical species giving unifloral honey in Europe. *Apidologie* 35: S82–S93
- Pierre, J., and J. L. Hofs. 2010. *Astylus atromaculatus* (Coleoptera: Melyridae): Abundance and Role in Pollen Dispersal in Bt and Non-Bt Cotton in South Africa. *Environmental Entomology* 39 (5): 1523-1531.
- Pise, V., and 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, and P. Patel. 2014 Honey Pollen: Using Melissopalynology to Understand 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, and 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., and N.C. Roberts. 2012. Baja California plant field guide. Tercera Edición. 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., Farooq S. A., Patzelt A., Eltayeb E. A., Bryant V. M. 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, and 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, and 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., and G. H. Vansell. 1942. Pollen grains in nectar and honey. *Journal of Economic Entomology*. 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. *Journal of Apicultural Research*, 33 (1): 44-58.
- Villanueva, G. R., Moguel-Ordóñez, Y. B., Echazarreta, G. C. M., y Arana, L. G. 2009. Monofloral honeys in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Grana*, 48: 214–223.

- Villanueva-Gutiérrez, R., C. Echazarreta-Gonzalez, D. W. Roubik, and 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, and 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 and R. Vandame. 2013. Characterization of four typical honeys from highly diverse tropical ecosystems. Journal of Apicultural Research 52(2): 24-34.

CAPITULO IV ARTICULO II “VARIACIONES ESTACIONALES DEL ORIGEN BOTÁNICO DE LAS MIELES DE *Apis mellifera* L EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA”

Autores:

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

Adscripciones:

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n C. P 21705.Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México.

²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 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.

**Documento de acuerdo al formato solicitado para su envío a la revista:
Polibotánica, mayo de 2015**

VARIACIONES ESTACIONALES DEL ORIGEN BOTÁNICO DE LAS MIELES DE *Apis mellifera* EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

Luis Alaniz-Gutiérrez^{1,2}, Rogel Villanueva-Gutiérrez³, Carlos Enrique Ail-Catzim¹, 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 C. P 21705. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México.

²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 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.

Resumen

Este es el primer estudio de melisopalinología en mieles de Ensenada, Baja California que se realizó para conocer los recursos néctar-poliníferos poliníferos más importantes para la producción de miel. Se analizaron 36 muestras de miel de nueve apiarios ubicados en zonas agrícolas cercanas a la Ciudad de Ensenada. Se recolectaron plantas en floración en las

inmediaciones de los apiarios, para generar una colección palinológica de referencia con polen acetolizado de 120 especies. Las mieles se recolectaron directamente de los apiarios durante el 2010 y 2011, en los meses de junio y agosto, en fechas cercanas a la cosecha. El polen de cada muestra fue acetolizado y montado en láminas palinológicas. Se identificaron los granos de polen y se cuantificaron, se contaron al menos 1,000 granos de polen por cada muestra. Se encontraron 80 tipos polínicos, pertenecientes a 38 familias botánicas, con promedio de 16.5 tipos polínicos por muestra. El 45% de las mieles resultaron monoflorales; en los meses de agosto la miel monofloral más frecuente fue de *Malosma laurina* (lentisco), obtenida en el mes de agosto de ambos años, así como de *Adenostoma* spp. (chamizo vara prieta y chamizo colorado). En junio las mieles monoflorales más frecuentes fueron de Boraginaceae (principalmente *Cryptantha* spp.). La mayoría de los tipos polínicos corresponden a especies nativas características del chaparral y matorral costero propios del clima mediterráneo, lo que da a las mieles una singularidad en su origen. Esta caracterización puede ser complementada análisis fisicoquímicos y organolépticos para la diferenciación en el mercado en función de su origen botánico y geográfico.

Palabras clave: Melisopalínología, Baja California, chaparral, matorral costero mediterráneo.

Abstract

This is the first melissopalynological study of honeys in Ensenada, Baja California that was conducted to determine the main sources of pollen and nectar for honey production. 36 honey samples were analyzed. These came from nine apiaries located in agricultural areas near Ensenada City. Flowering plants were harvested in the immediate vicinity of the apiaries to

construct a reference guide containing 120 species of pollen prepared via the acetolysis method. The honeys were collected directly from the apiaries during June and August of 2010 and 2011, on dates close to the harvest. The pollen of each sample was prepared via the acetolysis method and mounted on pollen slides. The pollen grains were identified and quantified, at least 1,000 pollen grains were counted per sample. 80 pollen types were found. These belonged to 38 botanical families, with an average of 16.5 pollen types per sample. 45% of the honeys were unifloral. In the samples from August, the most common unifloral honey was *Malosma laurina* (laurel sumac) obtained in August of both years, as well as *Adenostoma* spp. (chamise and red shanks). In June the most common flower honeys were Boraginaceae (mainly *Cryptantha* spp.). The majority of pollen types corresponded to native floral species including chaparral and coastal scrub characteristic to Mediterranean macroclimate, which gives the honey a singularity in origin. This characterization may be supplemented by physicochemical and organoleptic analysis for market differentiation based on their botanical and geographical origin.

Keywords: Melissopalynology, Baja California, nectariferous flora, mediterranean coastal scrub.

Introducción

Los recursos vegetales son la base para la sobrevivencia de las colmenas (Crane, 1990), por lo que el potencial de producción, y el tipo de miel dependen de la flora local que las abejas usan como fuente de néctar (González-Porto, 2013). El conocimiento de las plantas melíferas de una región, época de floración y formas de secreción de néctar es fundamental para el éxito de la apicultura (Pellet, 1947) y puede contribuir a mejorar el manejo apícola desde el punto de vista

científico y económico (Acosta-Castellanos *et al.*, 2011). Con esta finalidad se ha llegado a evaluar el potencial melífero de algunas especies vegetales (Crane, 1999), como es el rendimiento potencial en néctar y miel (Petanidou, 2003; Diaz-Forestier *et al.*, 2009; Vlad *et al.*, 2011) o para una comunidad vegetal (Petanidou y Smets, 1995; Petanidou, 2005).

En algunos casos se han generado catálogos de flora melífera, estos no siempre parten de información local (Villegas *et al.*, 1999; Villegas *et al.*, 2000). Una especie vegetal que produce néctar en abundancia en un sitio, puede no hacerlo en otro (Sawyer, 1998), así como la cantidad y calidad de las fuentes de néctar disponibles en un mismo sitio puede ser ampliamente variable, por lo que es necesario tomar en cuenta factores como, la abundancia de las plantas, fenología floral, factores abióticos y bióticos (microclima, humedad, fertilidad y acidez del suelo, altitud, latitud, fotoperiodo y otros agentes polinizadores) (McGregor, 1971; Jarić *et al.*, 2013). Algunas especies que producen poco néctar y polen, pero que son muy frecuentes pueden ser de mayor importancia para las abejas respecto a especies de mejor calidad que solo se encuentren esporádicamente (Jarić *et al.*, 2013).

Para obtener un listado correcto de las plantas que utilizan las abejas para producir miel en una región determinada son necesarios trabajos de melisopalinología (Molan, 1998), que es el estudio de los granos de polen presentes en la miel. Es una la técnica que permite determinar con mayor precisión las fuentes de néctar que las abejas utilizaron para producir la miel (Sahinler *et al.*, 2009), el diferenciar las mieles por su origen botánico (González-Porto, 2013), además de ser una herramienta útil en la autenticación del origen geográfico de las mieles, e incluso para detectar algunas formas de adulteración (Sajwani *et al.*, 2007).

Aunque en México se han avanzado en la identificación de los tipos polínicos en la miel de algunas regiones, en general se han hecho pocos estudios melisopalinológicos (Acosta-Castellanos *et al.*, 2011). Por ejemplo en Baja California no se conocen las principales fuentes de néctar ni su contribución relativa a la producción de miel en las diferentes regiones. Así, este trabajo tiene el propósito de identificar los recursos nectaríferos más usados en los principales periodos de cosecha durante dos años consecutivos y comparar la composición polínica de las mieles, determinando su origen botánico en distintos apiarios de valles agrícolas costeros cercanos a la ciudad de Ensenada, Baja California.

Materiales y Métodos

El área de estudio corresponde a las tres principales áreas agrícolas de Ensenada, en la porción noroeste del estado de Baja California, (fig. 1), entre los 31°40' y 32°05' N - 116°05' y 116°45' W. Los apiarios se ubican entre los 140 a los 977 msnm. El clima de la región es de tipo mediterráneo, con lluvias en invierno y veranos secos. La precipitación media anual es de 200 a 350 mm; el promedio anual de las lluvias de verano en las áreas costeras no llega a los 10 mm. Las temperaturas medias invernales en los valles costeros son de 12 a 14°C y las temperaturas en verano en áreas cercanas a la costa son de 20°C por la influencia marina, mientras que en los valles interiores se tienen los 30 o 40°C (Minnich y Franco-Vizcaíno, 2005).

De acuerdo con Delgadillo (1998), los dos tipos de vegetación potencial o climácica son Matorral Costero Suculento, donde las formas biológicas de estas comunidades costeras son de tipo semi-suculento (*Euphorbia misera*) y suculentas a manera de roseta (*Agave shawii* y *Dudleya* spp.), siendo además característico la presencia de suculentas de la familia Cactaceae. A

mayor distancia de la costa y a mayor altitud el Chaparral es la vegetación predominante en la zona mediterránea, entre la zona de matorral costero y el bosque de coníferas. Se puede clasificar por el criterio de taxa dominante en chaparral de *Adenostoma fasciculatum*, *Adenostoma sparsifolium*, o de *Ceanothus* spp.

Además, para las áreas con perturbación, las especies identificadas como ruderales o arvenses (malezas), Delgadillo (1998) señala entre las plantas asociadas a la zona urbana de Ensenada a *Malva parviflora*, *Sisymbrium irio*, *Chenopodium murale*, *Ch. album*, *Ch. ambrosoides*, *Sonchus asper*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Poa annua*, *Melilotus indica*, *Erodium cicutarium*, *Cynodon dactylon* y *Digitaria ciliaris*. Así mismo, en la zona mediterránea de Baja California Peinado *et al.* y (Delgadillo, 1998) identifican en las áreas sometidas a pastoreo, prácticas agrícolas e incendios, la dominancia de graminoides de talla baja (*Hordeum leporinum*, *Bromus rubens*, *B. diandrus*, *Schismus barbatus*), entre los que crecen anuales entomófilas de corolas vistosas (*Brassica tournefortii*, *Erodium cicutarium*, *Melilotus indica*, *Raphanus raphanistrum* y *Chrysanthemum coronarium*). Otras especies con comportamiento ruderal son *Nicotiana glauca* y *Salsola kali* var. *tenuifolia*; entre aquellas que inician una dinámica de sucesión ante disturbios destacan *Bacharis sarathroides*, *B. glutinosa*, *B. sergiloides*, *Erodium cicutarium*, *Eriodactylon trichocalix*, *E. angustifolium*, *E. lanatum*, *Brassica campestris*, *Haplopappus venetus*, *Taraxacum officinale*, *Xanthium strumarium*, *X. spinosum*, *Ambrosia chenopodifolia*, *A. psilostachya*, *Cirsium vulgare*, *Sonchus oleraceus* y *Datura discolor*.

Los apiarios muestreados se localizan al interior de los valles agrícolas, en áreas adyacentes a parches o remanentes de vegetación original de matorrales o chaparrales (fig. 1). Se eligieron tres valles agrícolas (Maneadero, Ojos Negros y Valle de Guadalupe), y en cada uno de ellos tres apiarios o colmenares. Las muestras de miel procedentes de cada apiario se recolectaron

en cuatro periodos: junio y agosto de 2010, así como junio y agosto de 2010, recolectando un total de 36 muestras (nueve apiarios muestreados, en cuatro periodos). Para conformar una muestra representativa de cada apiario, se seleccionaron cinco colmenas al azar, que tuvieran miel operculada en el alza y a cada una de ellas se le cortó un trozo de panal de 5 x 5 cm. Los cinco trozos de panal se depositaron en un frasco de vidrio, el cual fue rotulado con los datos del apiario y fecha de colecta. Una vez en el laboratorio los trozos de panal fueron macerados y la miel se filtró para separarla de la cera. La miel sin cera fue almacenada a temperatura ambiente para su posterior análisis.

Adicionalmente se recolectaron plantas en floración en las inmediaciones de los apiarios, que fueron herborizadas, depositadas e identificadas taxonómicamente en el herbario BCMEX de la Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Estas plantas se usaron para extraer polen, el cual fue sometido al proceso de acetólisis de Erdtman (1943); posteriormente se montaron láminas palinológicas para conformar una colección de referencia, que contiene preparaciones de 120 especies vegetales presentes en el área de estudio en fechas cercanas a la recolecta de muestras de miel.

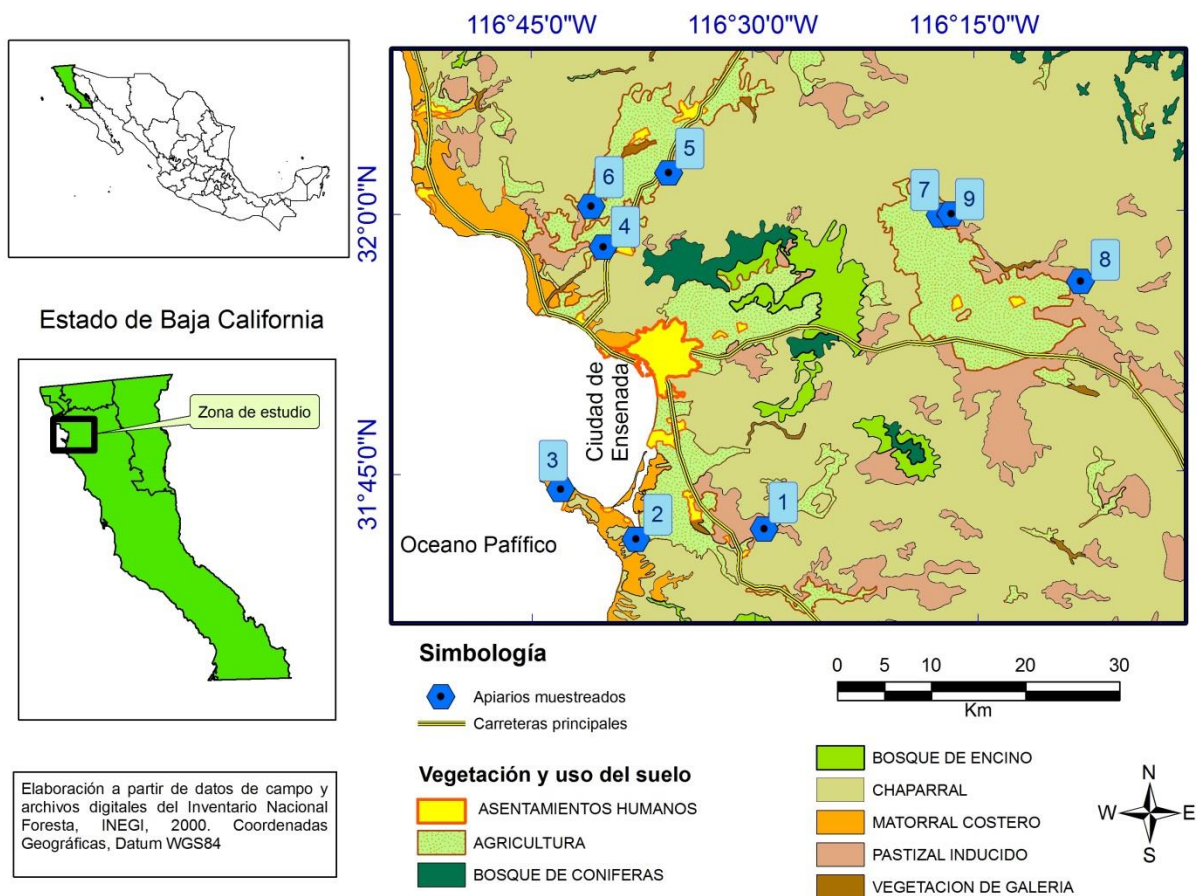


Figura 1. Ubicación de los apiarios muestreados, tipos de vegetación y uso del suelo.

Para cuantificar la concentración de granos de polen en la miel, se utilizó la técnica estandarizada por Von der Ohe *et al.*, (2004). Cada muestra se clasificó, de acuerdo al esquema de Maurizio (1975), considerando el número de granos por cada 10 gramos de muestra, en cinco grupos: Grupo I (< 20,000 granos), Grupo II (20,000 a 100,000 granos), Grupo III (100,000 a 500,000 granos), Grupo IV (500,000 a 1'000,000 de granos), y Grupo V (>1'000,000 de granos).

Las muestras de miel fueron tratadas mediante acetólisis, de acuerdo a Edtman (1943), modificado por Villanueva-Gutiérrez (1994). Paso siguiente de la acetólisis, se efectuó el monteje de las preparaciones palinológicas, fijándolas en portaobjetos con gelatina glicerizada. En cada muestra se identificaron y contaron al menos 1,000 granos de polen siguiendo las

recomendaciones de Von der Ohe *et al.*, (2004), utilizando un microscopio compuesto (Micromaster, Fisher ScientificTM), con objetivo 40X y 100X, por comparación con la colección palinológica de referencia, y empleando claves palinológicas (Kapp *et al.*, 1969; Palacios-Chávez *et al.*, 1991) y atlas polínico (Reyes *et al.*, 2009). Las mieles se consideraron monoflorales, expresado también como polen dominante (P) cuando la frecuencia relativa del polen de un taxón excedió el 45% (Von der Ohe, *et al.*, 2004). Además, se clasificó como “polen secundario” (S) aquellos tipos polínicos con una frecuencia del 16 al 45%, “polen de importancia menor” (I), al que representa entre un 3 y 15%, y “polen menor” (M) cuando representa menos del 3% del total (Louveaux *et al.*, 1978).

Resultados

Se identificó un total de 80 tipos polínicos en las 36 muestras recolectadas en los valles de Ensenada, 53 tipos de polen que fueron $\geq 1\%$, en alguna de las muestras (Cuadros 1 y 2). Además se presentaron 27 tipos polínicos con proporciones $< 1\%$ (Cuadro 3). Los tipos polínicos fueron identificados en diferentes niveles taxonómicos: 34 a especie, 28 a género, 12 a tipos morfológicos, dos a subfamilias, tres a familia, y el tipo Chen-Am. Los 80 tipos polínicos corresponden a 38 familias botánicas, y al grupo Chenopodiaceae-Amaranthacea (Chen-Am). La familia con más tipos polínicos presentes fue Asteraceae (12 tipos), seguida de la familia Fabaceae (11 tipos), Poaceae (5 tipos), Boraginaceae y Lamiaceae (4 tipos), Anacardiaceae y Euphorbiaceae (3 tipos).

En general las muestras presentaron elevados contenidos de polen (Figura 2, Cuadros 1 y 2) y de acuerdo al análisis cuantitativo estas se clasificaron principalmente en el grupo V (12

muestras), grupo IV (seis muestras), grupo III (9 muestras) y grupo II (9 muestras). Ninguna de las muestras se ubicó en el Grupo I.

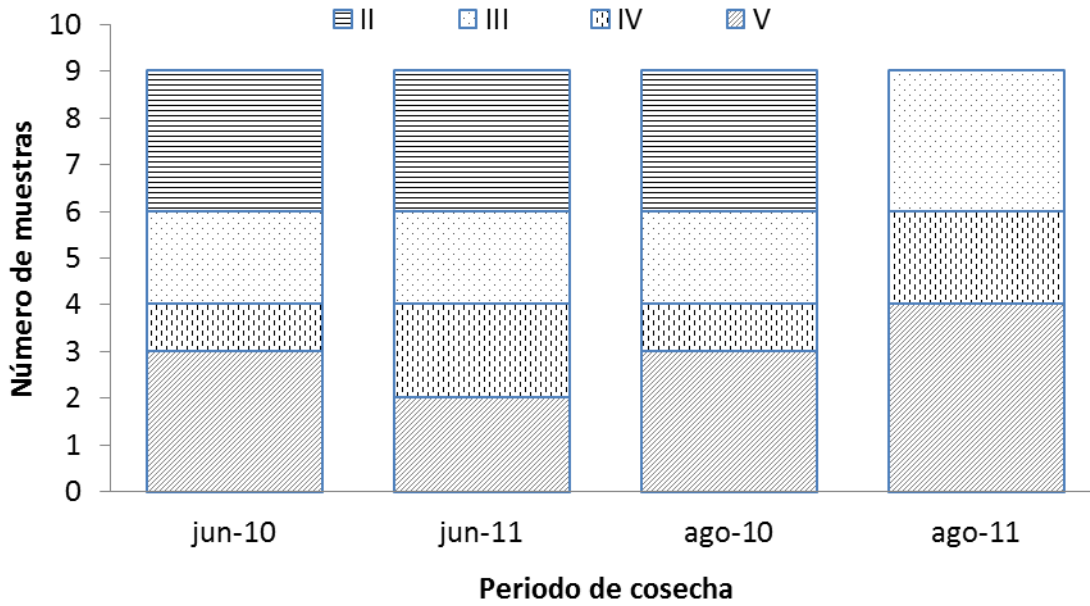


Figura 2. Cantidad de muestras por grupo de acuerdo a su contenido de polen (Maurizio, 1939), para cada periodo de cosecha.

Cuadro 1. Clases de Frecuencia de tipos polínicos, de acuerdo a Louveaux *et al.* (1978), presentes en muestras de miel de Ensenada Baja California, con $\geq 1\%$, durante junio de 2010 y junio de 2011. P = Polen dominante ($>45\%$), S= Polen secundario (16-45%), I = Polen de importancia menor (3-15%), M= Polen menor ($<3\%$), % = Porcentaje del taxa en el periodo, FR = Frecuencia Relativa en el periodo.

Taxa	2010											2011										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR
Agavaceae																						
<i>Agave shawii</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	M	---	---	---	---	M	---	0.29	22
<i>Hesperoyucca whipplei</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	I	---	---	---	---	---	---	---	0.78	11
Aizoaceae																						
<i>Mesembryanthemum</i> spp.	---	---	M	---	---	---	---	---	---	0.02	11	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.01	11
Alliacaceae																						
<i>Allium</i> sp.	---	---	M	---	---	M	---	---	---	0.25	22	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.01	11
Anacardiaceae																						
<i>Malosma laurina</i>	---	M	---	M	---	---	M	---	---	0.27	33	I	I	---	---	---	I	M	I	---	4.62	56
<i>Rhus integrifolia</i>	---	M	M	M	M	---	---	---	---	0.11	44	M	M	---	S	---	---	I	---	---	3.27	44
<i>Schinus</i> spp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	S	---	---	---	---	---	---	---	---	2.21	11
Apiaceae																						
<i>Foeniculum vulgare</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	M	---	---	---	M	---	---	---	0.09	22
Arecaceae																						
<i>Washingtonia filifera</i>	---	---	M	---	---	---	M	---	---	0.36	22	---	---	M	---	---	---	---	---	I	0.58	22
Asteraceae																						
<i>Ambrosia dumosa</i>	M	---	M	---	---	---	M	---	---	0.09	33	M	---	M	---	---	I	---	---	---	0.50	33
<i>Asteraceae liguiflora</i>	---	M	---	---	---	---	---	---	I	0.40	22	---	---	---	---	---	M	---	---	---	0.03	11
<i>Asteraceae Tubuliflorae</i>	I	---	I	---	---	M	---	---	I	1.65	44	---	---	I	---	---	M	---	---	I	0.83	33
<i>Baccharis</i> spp.	---	M	---	---	---	---	M	M	---	0.09	33	---	---	---	---	---	---	I	---	I	2.75	22
<i>Bahiopsis laciniata</i>	---	M	M	M	M	---	M	I	---	0.77	67	M	M	M	---	---	---	---	M	---	0.35	44
<i>Centaurea melitensis</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	I	M	---	---	---	---	---	---	---	0.68	22
<i>Deinandra</i> spp.	M	M	M	---	---	---	---	---	---	0.38	33	M	M	M	---	---	---	M	---	I	0.89	56
<i>Eriophyllum confertiflorum</i>	I	---	---	---	M	---	---	---	---	0.36	22	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0

(Continúa...)

Cuadro 1. (Continuación)

Taxa	2010											2011										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR
Boraginaceae																						
<i>Amsinckia intermedia</i>	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.04	11	---	---	---	---	---	---	I	---	---	0.58	11
Boraginaceae	S	M	I	P	S	I	S	P	S	28.95	100	M	I	M	---	---	---	M	P	I	8.03	67
Boraginaceae 1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
<i>Phacelia parryi</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Brassicaceae																						
<i>Brassica</i> spp.	I	I	M	I	S	I	P	---	S	14.26	89	I	I	I	P	S	I	S	I	I	13.99	100
Convolvulaceae																						
<i>Calystegia</i> sp.	---	---	I	---	I	---	---	---	---	2.06	22	---	---	I	---	---	---	---	---	---	0.68	11
Convolvulaceae 1	---	---	---	---	---	M	---	---	---	0.11	11	---	---	---	---	---	---	M	---	---	0.01	11
Ephedraceae																						
<i>Ephedra californica</i>	---	---	I	---	---	---	---	M	---	0.68	22	---	---	M	---	---	---	---	M	M	0.45	33
Ericaceae																						
<i>Ornithostaphylos oppositifolia</i>	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.02	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Euphorbiaceae																						
<i>Croton</i> sp.	---	---	M	---	---	---	---	---	---	0.22	11	---	M	M	---	---	---	---	---	---	0.05	22
<i>Euphorbia</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	M	M	0.32	22	---	---	---	---	---	M	---	M	M	0.16	33
<i>Ricinus communis</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Fabaceae																						
<i>Acacia saligna</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
<i>Acmispon glaber</i>	I	S	I	S	M	S	I	I	I	14.81	100	S	S	S	M	I	S	S	I	I	20.10	100
<i>Ceratonia siliqua</i>	---	---	---	---	M	---	---	---	---	0.17	11	---	---	---	---	S	---	---	---	---	2.39	11
Fabaceae 2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	I	---	---	---	---	---	---	---	0.40	11
Fabaceae 3	---	---	---	I	---	---	---	---	---	1.28	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
<i>Lupinus</i> spp.	---	I	I	---	M	---	---	---	---	1.63	33	M	M	I	M	---	---	---	---	---	1.18	44
<i>Melilotus</i> sp.	---	---	---	---	M	---	---	---	---	0.01	11	M	M	---	---	---	---	---	---	---	0.17	22
<i>Prosopis</i> spp.	M	---	---	---	---	---	---	M	I	0.65	33	---	---	---	---	---	---	I	I	I	3.00	33
<i>Trifolium</i> sp.	M	I	---	M	M	I	---	---	---	2.73	56	---	M	---	---	M	M	---	---	M	0.26	44
Fagaceae																						
<i>Quercus</i> sp.	---	---	M	M	M	M	---	M	---	0.37	56	---	---	M	---	---	---	---	---	I	0.54	22
Garryaceae																						
<i>Garrya</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0

(Continúa)

Cuadro 1. (Continuación)

	2010												2011											
Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR		
Geraniaceae																								
<i>Erodium cicutarium</i>	---	---	---	---	M	---	---	---	---	0.02	11	---	---	---	---	---	---	M	I	---	0.53	22		
Lamiaceae																								
<i>Salvia</i> sp.	---	I	---	---	M	M	---	---	I	1.32	44	---	---	---	---	---	M	---	---	I	1.59	22		
Lythraceae																								
<i>Lythrum californicum</i>	---	S	M	---	M	---	---	---	---	2.68	33	---	S	---	---	---	---	---	---	---	2.59	11		
Malvaceae																								
<i>Malacothamnus</i> spp.	---	---	---	M	---	---	---	---	---	0.01	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0		
Myrtaceae																								
<i>Eucaliptus</i> sp.	M	M	M	M	M	---	---	---	---	0.35	56	I	M	M	---	---	I	M	I	---	2.57	67		
Oleaceae																								
<i>Fraxinus trifoliata</i>	M	M	I	M	M	M	---	---	I	2.12	78	M	M	I	M	---	---	---	---	---	1.03	44		
Polygonaceae																								
<i>Eriogonum fasciculatum</i>	M	M	M	---	M	---	M	M	---	0.51	67	M	---	M	I	I	I	M	---	I	2.40	78		
Rhamnaceae																								
<i>Ceanothus</i> spp.	---	I	---	---	---	M	---	---	---	1.56	22	---	I	---	---	---	---	---	---	---	0.49	11		
Rosaceae																								
<i>Adenostoma</i> spp.	S	M	S	M	I	I	M	S	M	11.39	100	M	M	S	M	S	I	M	M	I	9.62	100		
<i>Prunus</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.30	11		
Salicaceae																								
<i>Salix</i> sp.	---	---	M	M	M	I	M	I	---	1.88	67	M	---	---	M	---	M	---	I	---	0.65	44		
Scrophulariaceae																								
<i>Castilleja</i> sp.	---	---	I	---	M	---	M	---	---	1.15	33	M	M	I	I	---	---	---	---	---	1.73	44		
Solanaceae																								
<i>Solanum</i> spp.	M	M	---	M	---	M	M	M	---	0.77	67	---	---	---	---	---	---	---	---	M	0.09	11		
Tamaricaceae																								
<i>Tamarix</i> spp.	M	M	M	M	I	I	M	---	---	2.63	78	M	M	M	S	I	S	---	---	M	6.11	78		
Tipos polínicos identificados	19	30	26	17	25	15	16	13	10			21	29	23	10	8	16	14	14	18				
Denominación*	F	F	F	M	F	F	M	M	F			F	F	F	M	F	F	F	M	F				
Gupo (Louveaux et al, 1978)	II	IV	II	III	III	V	II	V	V			III	II	II	V	II	IV	V	IV	III				

*F = Multifloral, M = Monofloral

Cuadro 2. Clases de Frecuencia de tipos polínicos, de acuerdo a Louveaux *et al.* (1978), presentes en muestras de miel de Ensenada Baja California, con $\geq 1\%$, durante agosto de 2010 y agosto de 2011. P = Polen dominante ($>45\%$), S= Polen secundario (16-45%), I = Polen de importancia menor (3-15%), M= Polen menor ($<3\%$), % = Porcentaje del taxa en el periodo, FR = Frecuencia Relativa en el periodo.

Taxa	2010											2011										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR
Agavaceae																						
<i>Agave shawii</i>	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.01	11	---	---	M	---	---	---	---	---	---	0.01	11
<i>Hesperoyucca whipplei</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	M	I	---	---	---	---	---	---	---	0.91	22
Aizoaceae																						
<i>Mesembryanthemum</i> spp.	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.15	11	---	---	M	---	---	---	---	---	---	0.01	11
Alliacaceae																						
<i>Allium</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	M	---	---	---	---	---	---	0.03	11
Anacardiaceae																						
<i>Malosma laurina</i>	P	S	M	P	P	I	---	I	---	26.55	78	P	P	I	P	P	I	---	I	---	36.3	78
<i>Rhus integrifolia</i>	---	M	---	---	M	---	---	M	---	0.39	33	M	M	M	M	---	---	I	S	S	5.85	78
<i>Schinus</i> spp.	---	---	---	---	M	---	---	---	---	0.01	11	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.06	11
Apiaceae																						
<i>Foeniculum vulgare</i>	---	M	M	---	---	---	---	---	---	0.04	22	---	---	M	M	---	M	---	---	---	0.37	33
Arecaceae																						
<i>Washingtonia filifera</i>	---	---	---	---	---	---	M	---	I	0.48	22	---	---	---	M	---	I	---	---	---	0.52	22
Asteraceae																						
<i>Ambrosia dumosa</i>	M	---	M	---	---	---	---	---	---	0.02	22	---	---	M	---	---	I	---	---	---	0.38	22
<i>Asteraceae liguliflora</i>	I	M	M	---	---	M	---	---	---	1.96	44	---	---	M	M	---	---	---	M	---	0.05	33
<i>Asteraceae Tubuliflorae</i>	---	---	---	---	---	I	---	---	---	0.45	11	---	---	---	---	---	M	---	---	---	0.12	11
<i>Baccharis</i> spp.	M	M	M	---	---	---	---	M	---	0.20	44	---	---	---	M	---	---	S	---	S	4.99	33
<i>Bahiopsis laciniata</i>	---	M	---	M	---	---	S	M	S	5.01	56	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.01	11
<i>Centaurea melitensis</i>	---	---	---	M	---	M	---	---	---	0.15	22	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
<i>Deinandra</i> spp.	---	---	---	M	---	---	---	---	---	0.01	11	---	---	---	M	---	---	---	---	---	0.04	11
<i>Eriophyllum confertiflorum</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0

(Continúa...)

Cuadro 2. (Continuación)

Taxa	2010											2011										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR
Boraginaceae																						
<i>Amsinckia intermedia</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	M	---	---	0.13	11
Boraginaceae	M	I	---	I	M	---	I	S	I	6.34	78	---	---	---	---	---	I	M	I	M	1.51	44
Boraginaceae 1	---	---	---	I	---	---	---	---	---	0.98	11	---	---	---	I	---	---	M	---	---	0.69	22
<i>Phacelia parryi</i>	---	I	---	---	---	---	---	---	---	0.47	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Brassicaceae																						
<i>Brassica</i> spp.	M	I	---	I	I	I	S	---	I	9.29	78	I	I	---	I	I	I	S	M	I	8.38	89
Convolvulaceae																						
<i>Calystegia</i> sp.	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.01	11	---	---	M	---	---	---	---	---	---	0.03	11
Convolvulaceae 1	---	---	---	---	---	---	M	---	M	0.04	22	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Ephedraceae																						
<i>Ephedra californica</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	M	0.15	11	---	---	---	---	---	---	M	M	M	0.27	33
Ericaceae																						
<i>Ornithostaphylos oppositifolia</i>	---	I	---	---	---	---	---	---	---	0.59	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Euphorbiaceae																						
<i>Croton</i> sp.	M	---	---	---	---	---	---	---	---	0.04	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
<i>Euphorbia</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	M	---	0.06	11
<i>Ricinus communis</i>	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.18	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Fabaceae																						
<i>Acacia saligna</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	M	---	---	---	---	0.04	11
<i>Acmispon glaber</i>	M	I	I	M	M	S	I	I	S	10.32	100	M	I	M	M	---	I	P	I	S	12.2	89
<i>Ceratonia siliqua</i>	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.03	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Fabaceae 2	---	---	---	---	M	---	---	---	---	0.01	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Fabaceae 3	---	---	---	---	---	---	M	---	M	0.10	22	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
<i>Lupinus</i> spp.	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.07	11	---	M	---	---	---	I	---	---	---	0.40	22
<i>Melilotus</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
<i>Prosopis</i> spp.	---	---	---	---	---	---	M	---	I	0.55	22	---	---	---	---	---	---	M	---	---	0.04	11
<i>Trifolium</i> sp.	---	I	---	---	---	I	M	---	M	2.30	44	M	---	---	---	---	I	M	---	---	0.62	33
Fagaceae																						
<i>Quercus</i> sp.	---	M	---	---	M	---	---	---	---	0.06	22	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Garryaceae																						
<i>Garrya</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	M	---	0.23	11	---	---	---	---	---	---	---	---	M	0.03	11

(Continúa)

Cuadro 2. (Continuación)

	2010											2011										
Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FR
Geraniaceae																						
<i>Erodium cicutarium</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Lamiaceae																						
<i>Salvia</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	M	0.15	11	---	---	---	---	---	---	---	M	---	0.28	11
Lythraceae																						
<i>Lythrum californicum</i>	---	I	---	---	---	---	M	---	---	1.15	22	---	I	---	---	---	---	---	---	---	0.99	11
Malvaceae																						
<i>Malacothamnus</i> spp.	---	M	---	---	---	---	---	M	---	0.18	22	---	---	---	---	---	---	---	I	---	0.57	11
Myrtaceae																						
<i>Eucaliptus</i> sp.	M	M	---	---	M	M	M	---	M	0.78	67	M	M	---	M	M	M	M	M	M	0.54	89
Oleaceae																						
<i>Fraxinus trifoliata</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	M	---	---	M	---	---	---	---	0.05	22
Polygonaceae																						
<i>Eriogonum fasciculatum</i>	I	M	I	I	I	I	M	I	I	4.85	100	M	M	I	I	M	M	M	I	I	3.93	100
Rhamnaceae																						
<i>Ceanothus</i> spp.	---	I	---	---	M	---	---	---	---	0.45	22	---	M	---	---	---	---	---	---	---	0.23	11
Rosaceae																						
<i>Adenostoma</i> spp.	M	M	P	M	M	I	I	P	I	17.74	100	M	M	P	M	M	I	M	S	M	13.83	100
<i>Prunus</i> sp.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Salicaceae																						
<i>Salix</i> sp.	---	M	M	M	M	---	M	---	---	0.15	56	M	M	---	M	---	I	---	M	---	0.99	56
Scrophulariaceae																						
<i>Castilleja</i> sp.	I	---	---	---	---	---	I	---	---	1.60	22	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Solanaceae																						
<i>Solanum</i> spp.	---	M	---	M	---	---	M	---	---	0.24	33	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0
Tamaricaceae																						
<i>Tamarix</i> spp.	I	M	---	I	S	I	I	M	M	5.10	89	---	M	---	I	M	S	---	M	---	3.74	56
Tipos polínicos identificados	13	32	10	13	17	12	18	14	16			13	15	12	18	9	16	14	17	10		
Denominación*	M	F	M	M	M	F	F	M	F			M	M	M	M	M	F	M	F	F		
Gupo (Louveaux et al, 1978)	IV	II	V	V	II	III	III	V	II			V	V	IV	III	V	III	IV	V	III		

*F = Multifloral, M = Monofloral

Cuadro 3. Muestras con presencia de tipos polínicos con <1% en cuatro periodos de cosecha durante 2010 y 2010 en mieles de Mexicali, Baja California*

Taxa	Periodo de colecta (mes y año, por número de apiario)			
	Junio, 2010	Junio, 2011	Agosto, 2010	Agosto, 2011
Apiaceae				
<i>Coriandrum sativum</i>	1, 5	2, 5	---	---
Asteraceae				
Asteraceae 1	---	---	---	7
Asteraceae 2	---	---	---	4
Asteraceae 3	---	2, 3	---	---
Asteraceae 4	2, 5	2	2, 5	---
Cactaceae				
<i>Opuntia</i> sp.	1, 3	3, 9	---	---
Caprifoliaceae				
<i>Sambucus nigra</i>	---	3	---	---
Chenopodiaceae-Amaranthacea				
Chen-Am	1, 2	---	3, 8	4
Cucurbitaceae				
<i>Cucurbita</i> sp.	---	8	---	8
Fabaceae				
<i>Acacia saligna</i>	---	---	---	5
Fabaceae 1	5	---	---	---
<i>Parkinsonia aculeata</i>	---	---	5	4
Lamiaceae				
<i>Mentha piperita</i>	1	1	---	---
<i>Mentha spicata</i>	---	---	2	2
<i>Salvia carducea</i>	7	---	7	---
Nyctaginaceae				
<i>Mirabilis laevis</i>	2, 7	---	---	---
Oleaceae				
<i>Olea europea</i>	---	---	2	1
Onagraceae				
<i>Onagraceae</i>	---	6	---	---
Papaveraceae				
<i>Romneya coulteri</i>	2, 4	1	---	---
Poaceae				
Poaceae 1	---	6	---	6, 8
Poaceae 2	2	---	8, 9	---
Poaceae 3	---	5	2	---
Poaceae 4	2	---	2	---
<i>Zea mays</i>	2	---	---	---
Sapindaceae				
<i>Aesculus parryi</i>	3	---	---	---
Scrophulariaceae				
<i>Penstemon centranthifolius</i>	2	---	---	---
Simmondsiaceae				
<i>Simmondsia chinensis</i>	8	8	---	5

* Número de apiario en el cual estuvo presente el tipo polínico.

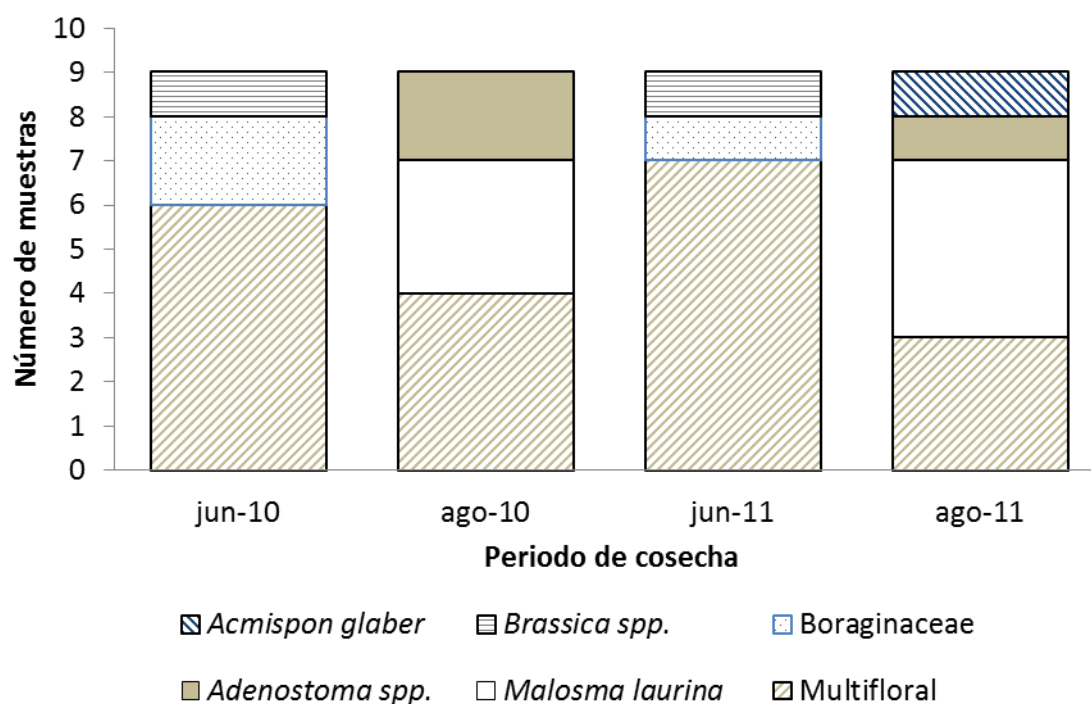


Figura 3. Clasificación de las muestras por su origen botánico para cada periodo de cosecha.

El 55 % de las mieles analizadas resultaron multiflorales (Figura 3), mientras que el 45% de las muestras se consideraron monoflorales. Sin embargo en el mes de agosto la proporción de monoflorales fue mayor que la de multiflorales, contrario a lo que ocurrió en el mes de junio (2010 y 2011). Durante agosto se detectaron mieles monoflorales de *Malosma laurina*, *Adenostoma* spp (2010 y 2011) y *Acmispon glaber* (2011). En contraste en el mes de junio se detectaron mieles monoflorales de *Brassica* spp y de la familia Boraginaceae en ambos años de estudio.

Se encontró 12 taxa que fueron dominantes o secundarios en alguna de las muestras (Cuadro 4, figuras 3 y 4), para el mes de junio los taxa dominantes en ambos años fueron Boraginaceae y *Brassica* spp., mientras que para el mes de agosto fueron *Adenostoma* spp. y *Malosma laurina*. El polen de *Acmispon glaber* fue predominante en una miel de agosto de 2011, no obstante, fue polen secundario en los cuatro periodos de muestreo,

principalmente en las muestras correspondientes a los meses de junio de ambos años. Otros taxa secundarios en las mieles de Ensenada fueron de la familia Brassicaceae y Boraginaceae, que tiende a aparecer mejor representada en las muestras de junio. *Tamarix* spp. fue polen secundario principalmente en las mieles de agosto de ambos años.

Cuadro 4. Tipos polínicos dominantes (P) y secundarios (S) en nueve muestras de miel de Ensenada, Baja California para cuatro periodos de cosecha.

Familia	Taxa	jun-10		jun-11		ago-10		ago-11		Total		
		P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P+S
Fabaceae	<i>Acmispon glaber</i>	0	3	0	5	0	2	1	1	1	11	12
Rosaceae	<i>Adenostoma</i> spp.	0	3	0	2	2	0	1	1	3	6	9
Anacardiaceae	<i>Malosma laurina</i>	0	0	0	0	3	1	4	0	7	1	8
Boraginaceae	Boraginacea	2	4	1	0	0	1	0	0	3	5	8
Brassicaceae	<i>Brassica</i> spp.	1	2	1	2	0	1	0	1	2	6	8
Tamaricaceae	<i>Tamarix</i> sp.	0	0	0	2	0	1	0	1	0	4	4
Anacardiaceae	<i>Rhus integrifolia</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3	3
Asteraceae	<i>Bacharis</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2
Astereaceae	<i>Bahiopsis laciniata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2
Lythraceae	<i>Lythrum californicum</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2
Anacardiaceae	<i>Schinus</i> spp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Ceratonia siliqua</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1

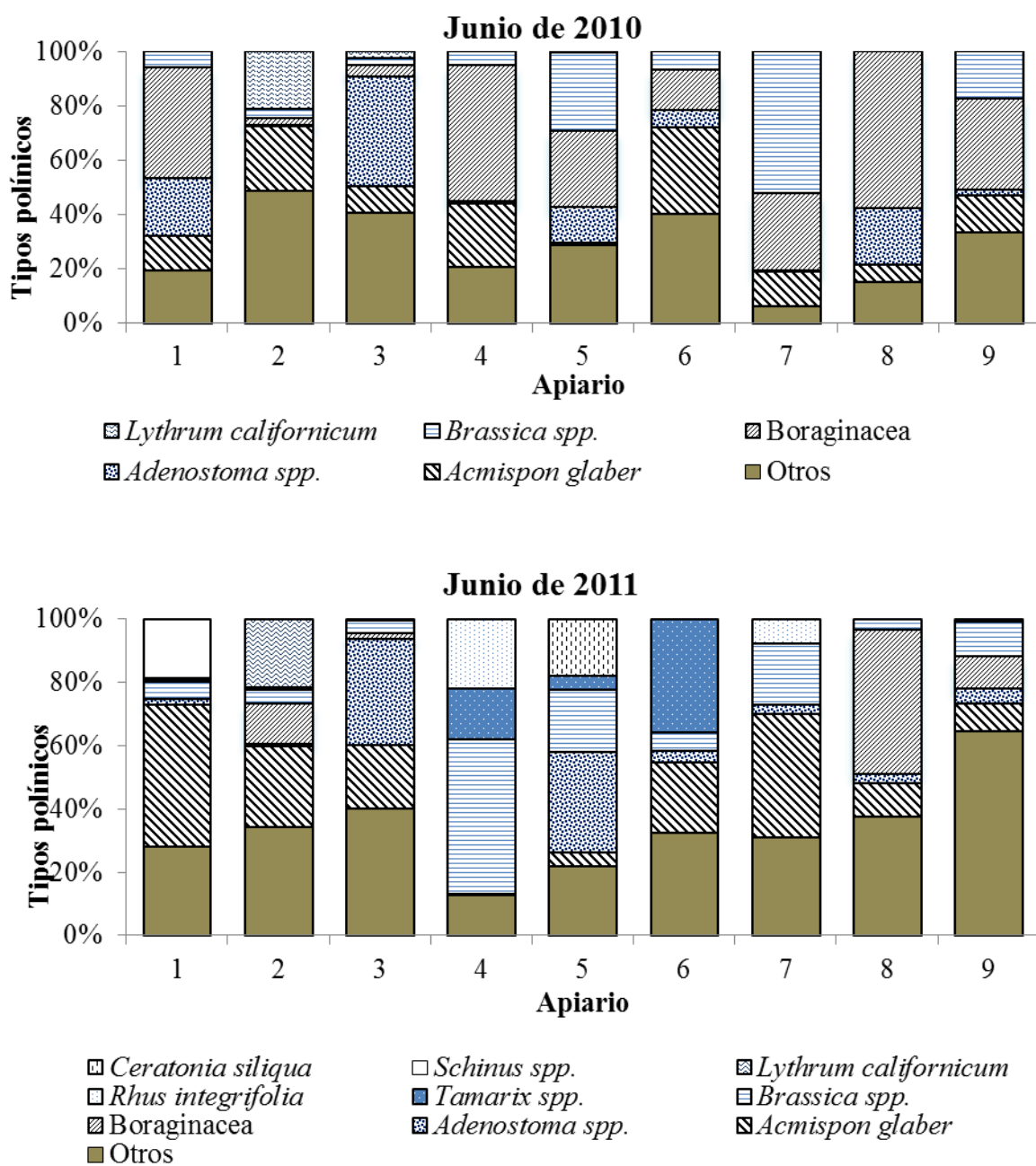


Figura 4. Proporción de tipos polínicos dominantes y secundarios por apiario en mieles producidas en junio de 2010 y 2011.

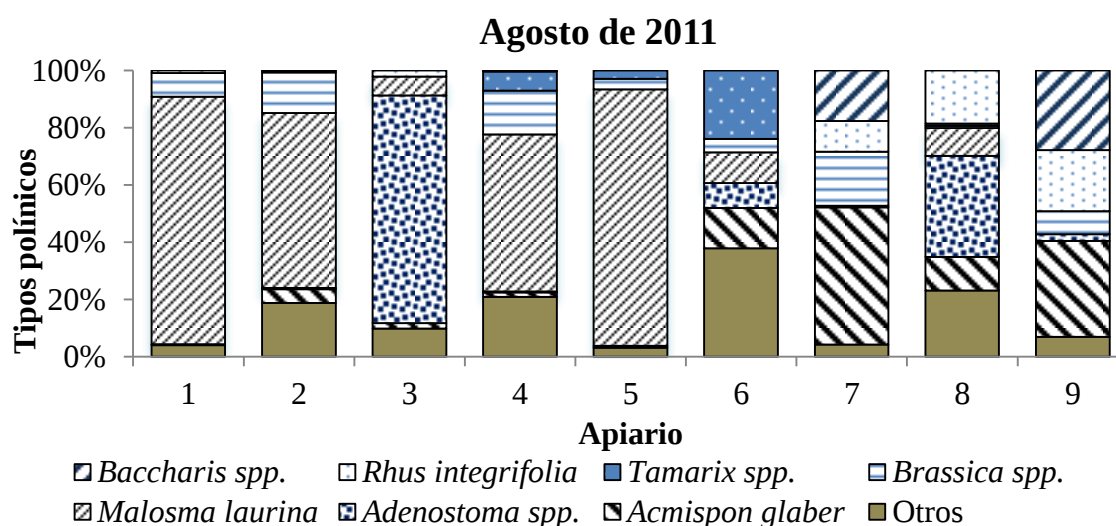
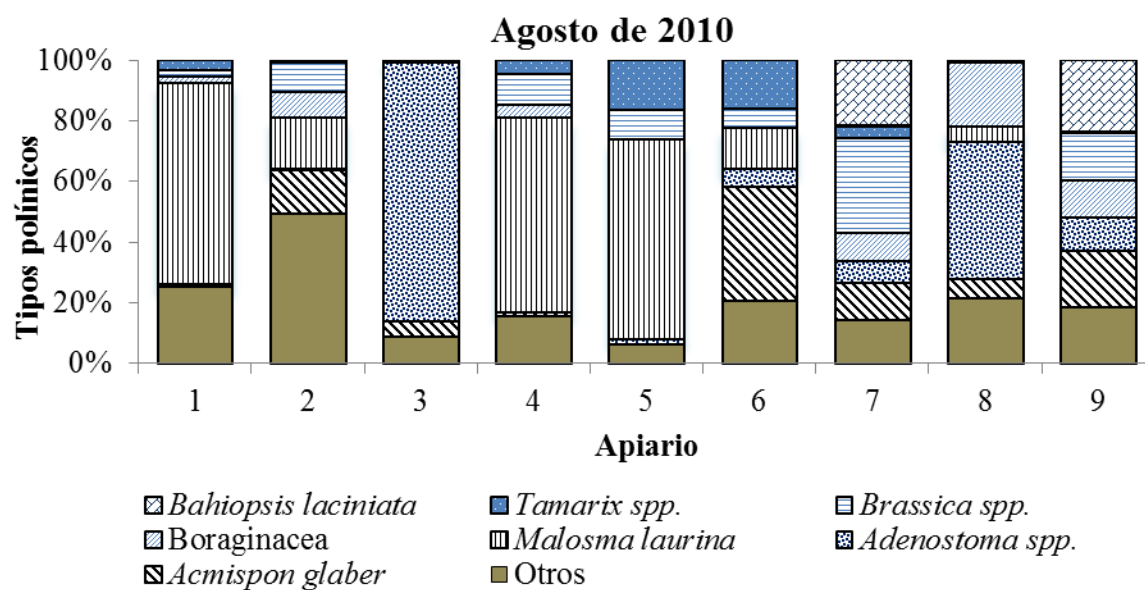


Figura 5. Proporción de tipos polínicos dominantes y secundarios por apiario en mieles producidas en agosto de 2010 y 2011.

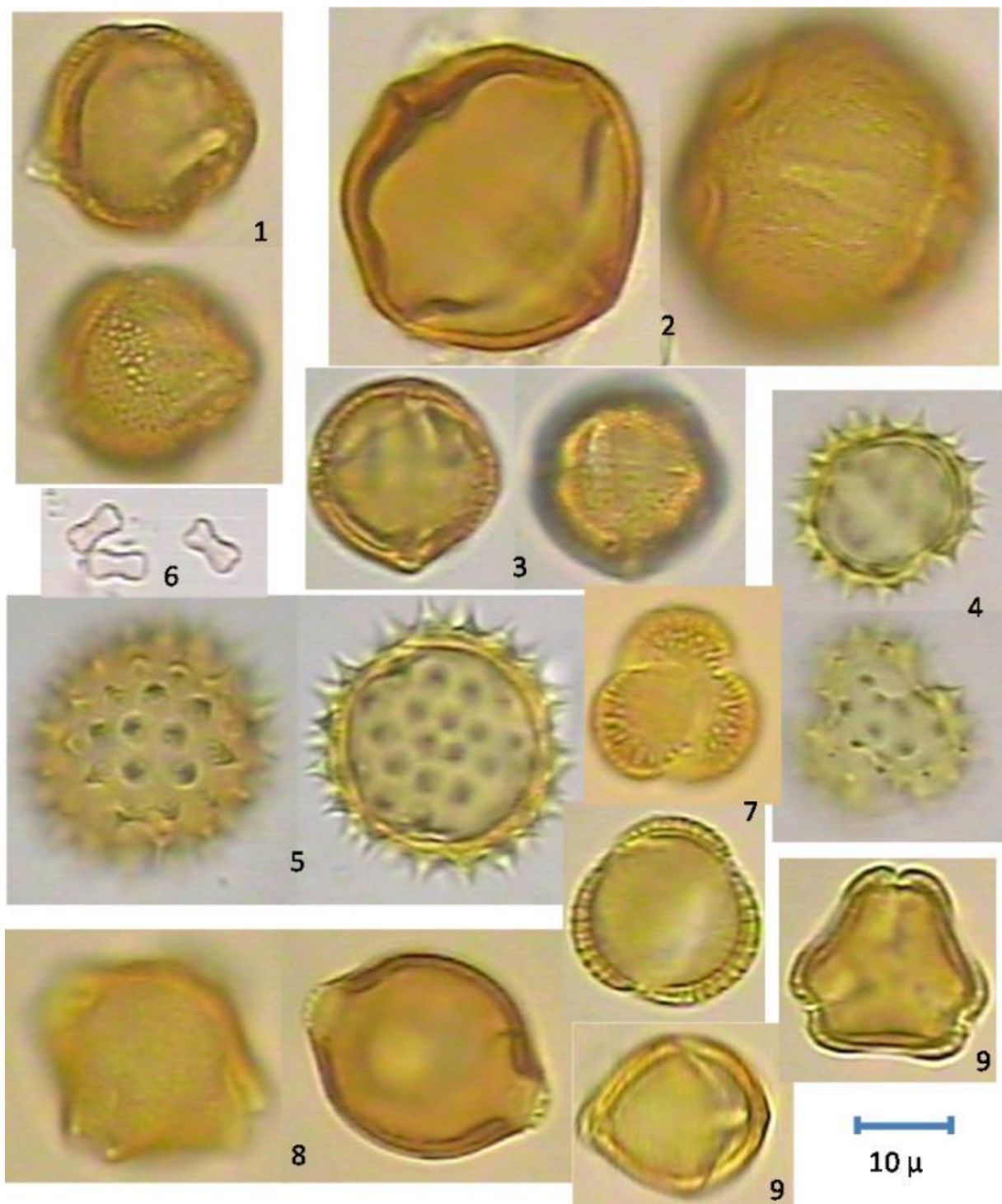


Figura 6. Algunos de los tipos polínicos más abundantes en mieles de Ensenada. Anacardiaceae: 1 *Malosma laurina*, 2 *Rhus integrifolia*, 3 *Schinus terebinthifolius*; Asteraceae: 4 *Bacharis salicifolia*, 5 *Bahiopsis laciniata*; Boraginaceae: *Criptantha intermedia*; Brassicaceae: 7 *Brassica tournefortii*; Fabaceae: 8 *Acmispon glaber*; Rosaceae: *Adenostoma sparcifolium*.

Discusión

Los estudios palinológicos realizados en muestras de miel de los valles de Ensenada demuestran la diversidad de plantas nectaríferas y poliníferas que utiliza *Apis mellifera* en la zona de estudio. En general las abejas visitan cerca del 20% de las angiospermas (Villanueva-Gutiérrez, 1994; 2002). Este resultado no difiere de los niveles de diversidad encontrados en áreas tropicales (Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011; Castellanos-Potenciano *et al.*, 2013).

La familia botánica mejor representada fue Asteraceae, los miembros de esta familia *Bahiospis laciniata* y *Bacharis* spp. se clasificaron como polen secundario en muestras cosechadas en agosto. Estas plantas presentan floración tardía en el área de estudio, lo que pudiera explicar su presencia en las mieles de agosto.

Los tipos polínicos más abundantes fueron de la familia Anacardiaceae, principalmente de *Malosma laurina*, que estuvo presente en el 61% de las muestras. Diversos géneros de la familia Anacardiaceae se han caracterizado por ser fuentes de polen y néctar importantes en la producción de miel (Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011), entre los géneros que se consideran valiosos por esta condición se ha mencionado a varias especies de *Rhus* (Larson y Shuel, 1990; Krochmal, 2014).

La familia Fabaceae fue la segunda en importancia, en relación al número de tipos polínicos identificados y a su abundancia en el total de las muestras, principalmente *A. glaber*, que estuvo presente en el 97% de las muestras. Esta importancia de Fabaceae como fuentes de néctar coincide con lo reportado para otras áreas de la república mexicana (Villanueva-Gutiérrez, 1994, 2002); Villanueva-Gutiérrez *et al.*, 2004, 2009; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011) y para otras regiones de Norteamérica (Jones y Bryant, 2014).

Los integrantes de la familia Poaceae son especies que no son nectaríferas (Jones y Brayant, 2014), y tuvo importante representación en relación al número de tipos de polen, pero su frecuencia de aparición en las muestras fue muy baja. Esto es indicativo del bajo forrajeo de las abejas sobre estas plantas, lo cual pudiera estar asociado a la baja importancia nutricional de las mismas, y a la oferta de recursos más atractivos en los periodos de cosecha (Fernandes y Barth, 2012).

Los resultados del análisis cuantitativo señalan que las mieles de Ensenada presentaron alto contenido de polen. 21 muestras de miel se clasificaron en los grupos IV y V, con contenido de polen que supera los 500000 granos por 10 g de miel, indicando sobrerrepresentación de algunos tipos polínicos, que pudieran provenir de plantas altamente productoras de polen (Von der Ohe, *et al.*, 2004). Estos resultados pudieran estar relacionados con la forma como se obtuvieron las muestras, ya que al macerar los trozos de panal es posible que se hayan mezclado celdas de polen almacenado por las abejas, pudiendo haber sido fuente de enriquecimiento (Jones y Bryant, 1996).

Usando los criterios sugeridos por Von der Ohe, *et al.*, (2004), el 45% de las muestras se clasificaron como monoflorales y el 55% como multiflorales. Las mieles monoflorales fueron de plantas nativas, ello indica la relevancia de estas como fuente de néctar. Estas mieles se pueden comercializar como típicas (consideradas de esta forma por su origen botánico o geográfico), de acuerdo con Zavala-Olalde *et al.* (2013), y las mieles diferenciadas pueden adquirir mejores precios en el mercado internacional (Villanueva *et al.*, 2009; SAGARPA, 2014).

La mayoría de las mieles de Ensenada fueron multiflorales, sin embargo en agosto puede cosecharse mieles monoflorales de *Malosma laurina*, lo cual coincide con el

periodo de floración de la especie (Rebman y Roberts, 2012), los productores de la zona de estudio identifican a esta planta como fuente de néctar importante.

El género *Adenostoma* representa un grupo importante en la producción de miel en Ensenada, debido a que se detectaron mieles monoflorales de este género en las muestra analizadas y además el polen de estas plantas se encontró en el cien por ciento de las muestras en estudio. Delgadillo (1998) menciona que las especies *Adenostoma fasciculatum* y *Adenostoma sparsifolium* son dominantes en amplias zonas de chaparral y matorral costero. Si bien no se consideran plantas particularmente nectaríferas (Pellet, 1942), sí son especies muy abundantes, presentes en las inmediaciones de los apiarios muestreados y en general representativas de la vegetación mediterránea de Baja California (Delgadillo, 1998). Jarić *et al.*, (2013) señalan que las plantas que se encuentran en forma abundante, aun cuando no secreten grandes cantidades de néctar son importantes en la producción de miel y alimentación de las abejas.

La familia Boraginaceae pudiera ser importante para la producción de miel, debido que se detectaron tres muestras con polen dominante en el mes de junio. Este hecho coincide con otros estudios donde se han identificado mieles con polen dominante de esta familia (Ramirez-Arriaga *et al.*, 2011; Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012). Si bien se observó que estas plantas son intensamente visitadas por las abejas, y que durante la primavera sus floraciones cubren extensas superficies de las áreas naturales, generalmente no se consideran importantes por los apicultores, al ser plantas pequeñas, incluso la mayoría de los productores y habitantes del medio rural desconoce sus nombres comunes. Otro aspecto relacionado pudiera ser que por el tamaño de su grano de polen este sea poco filtrado por las abejas y por lo tanto esté más representado en las mieles que otros granos de polen de mayor tamaño (Todd y Vansell, 1942; Bryant y Jones, 2001).

El caso de *Bahiopsis laciniata* (sinónimo de *Viguiera lanciniata*), es una especie cercana taxonómicamente a *Viguiera dentata*, que es uno de los recursos nectaríferos más importantes en Yucatán, donde genera uno de los principales flujos de néctar (Moguel *et al.*, 2005), cuyo polen con frecuencia se encuentra entre los más abundantes (Villanueva-Gutiérrez *et al.*, 2014). Esta especie es frecuente en la región, y los productores la refieren como visitada con frecuencia por las abejas. Otra especie importante (*Acmispon glaber*), corresponde a la planta conocida como jiguata, que es nativa. Aunque solamente se encontró una muestra monofloral de esta planta, no hay duda de su importancia considerando que estuvo presente en el 35 de las 36 muestras analizadas. Además su polen representó el 14.5% del total de granos contados en este estudio.

El polen de valeriana (*Eriogonum* spp.) no resultó entre los tipos más frecuentes, pese a que se ha observado que es una planta muy visitada por las abejas, y se ha reportado como planta melífera (Rebman y Roberts, 2012). Es posible en este caso que su polen también esté subrepresentado en la miel, sea por una baja producción del mismo con respecto al néctar, o bien porque al tratarse de un polen de tamaño relativamente grande, pueda ser filtrado por las abejas en buena medida antes de llegar a la miel. En otras especies de Fabaceae, como es el caso de *Medicago* la subrepresentación del polen en la miel está bien documentada (Von der Ohe *et al.*, 2004)

En el caso de un cultivo frecuente en la región, *Olea europea*, su polen no alcanzó el 1% en ninguna de las muestras, apareciendo solo en dos de ellas, y no se observó a las abejas pecoreando esta especie común en la zona. Esto contrasta con lo indicado por Miller y Morris (1988) y Ghazanfar (1997), quien describe a la miel procedente del néctar del olivo como clara y de alta demanda. Makhoulfi *et al.* (2010), señala a *Olea europea* como uno de los tipos polínicos encontrados en muestras de mieles de áreas mediterráneas. Una especie nativa de la misma familia Oleaceae es *Fraxinus trifoliata*, que en la zona

presenta una floración temprana y a la cual los apicultores mencionan como fuente de polen valiosa para las abejas, por aparecer antes de la primavera. El polen de *F. trifoliata* se encontró en 36% de las mieles, y en la mayoría de estas muestras estuvo presente en las cosechadas en junio.

Otras plantas características del área son las de la familia Lamiaceae, representada por el género *Salvia* (Nativa), más frecuente y abundante que *Mentha spp.*, que son especies introducidas. En áreas mediterráneas de España las Lamiaceae se encuentran con frecuencia entre el polen de las mieles (González-Porto, 2013), y en California se ha identificado a diversas especies de *Salvia* como fuentes de néctar (Frankie, *et al.*, 2002).

El polen de *Eucalyptus spp.* estuvo presente en casi 70% de las muestras, aunque este tipo polínico no llegó a ser polen secundario, y apenas rebasó el 1% del total de granos identificados para todas las muestras. Este género produce grandes cantidades de polen, que tiende a estar sobrerrepresentado en la miel (Von der Ohe *et al.*, 2004), indicando que su contribución real en néctar a las mieles de la zona es baja. Pero es una planta atractiva para las abejas, ya que se ha reportes de forrajeo de abejas sobre esta especie a grandes distancias cuando escasean los recursos (Fernandes y Barth, 2013).

Otro recurso nativo potencialmente importante lo constituye el género *Phacelia*, cuya especie *P. parry* se encontró en una de las muestras, aunque únicamente se ubicó como polen de importancia menor, de existir áreas con abundancia de esta u otras plantas del mismo género, podrían considerarse como de interés para la apicultura, pues en el caso de *Phacelia tanacetifolia*, que también es nativa de la región ha si reportada como planta nectarífera en Europa (Petanidou, 2003; Čeksterytė *et al.*, 2013).

Es evidente la variación en las proporciones polínicas entre sitios para las mismas fechas de distintos años. En este estudio no se compararon los datos con variables

climáticas, pero es notorio que esto está relacionado a diferentes condiciones ambientales entre ambos años. El inicio y la duración del flujo de néctar está determinado por las características biológicas de las plantas y por factores climáticos y geográficos (Jarić *et al.*, 2013).

En este trabajo se documentó que la mayor parte de los recursos utilizados por *Apis mellifera* para la producción de miel lo constituyen las plantas nativas. Estos recursos son complementados con la oferta adicional que representan algunas malezas, plantas ornamentales e introducidas. En ecosistemas mediterráneos del norte de California, se ha encontrado que en otoño e invierno los cultivos agrícolas irrigados y sus malezas asociadas proveen mayor abundancia y diversidad de recursos florales que la flora silvestre (Kremen y Ricketts, 2000). Los apicultores localizan preferentemente sus apiarios en los contornos de zonas agrícolas, donde las abejas tienen acceso tanto a los recursos que ofrece la flora nativa como cultivada. Esto resulta en una oferta de recursos para las abejas más elevada y constante. También se ha observado que otra fuente nectario-polinífera es la vegetación de las zonas urbanas. Crane (1990) menciona que en Inglaterra los apicultores de zonas urbanas obtienen algunos de los mejores rendimientos por colmena. De esta forma, los entornos urbanos también incrementan la oferta de recursos para las abejas.

Conclusiones

Los principales tipos polínicos identificados en las mieles estudiadas indican que los recursos néctar poliníferos más importantes para *Apis mellifera* durante la época de producción de miel en el área de estudio son *Malosma laurina*, *Acmispon glaber*, *Adenostoma* spp., Boragnianaceae, *Brassica* spp., *Tamarix* spp., *Eriogonum fasciculatum*, *Rhus integrifolia* y *Baccharis* spp.

Durante el mes de junio es posible la obtención de mieles monoflorales de y de Boraginaceae y de *Brassica* spp. En agosto es más frecuente cosechar mieles monoflorales de *Malosma laurina* y de *Adenostoma* ssp. Se repite la predominancia de tipos polínicos entre fechas de cosecha en diferentes periodos, por lo que es posible planear las cosechas y la ubicación de las colmenas de manera que se aproveche esta condición para la producción de mieles monoflorales.

La mayoría de las fuentes de néctar identificadas corresponden a especies nativas representativas de los tipos de vegetación originalmente presentes en la zona de estudio. Las abejas utilizan además especies introducidas, que complementan los recursos aprovechables durante la época de mayor oferta, en la que pueden producir excedentes y almacenar miel.

Literatura Citada

- Acosta-Castellanos, S., Quiroz-García, L., Arreguín-Sánchez, L. y Fernández-Nava, R. 2011. Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. *Polibotánica* 32: 173-191.
- Bryant, V. M. y G. D., Jones. 2001. The R-Values of Honey: Pollen Coefficients. *Palynology* 25: 11-28.
- Čeksterytė V., B. Kurtinaitienė, y Balžekas, J. 2013. Pollen diversity in honey collected from Lithuania's protected landscape areas. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* 62(4): 277-282.
- Crane, E. 1990. Bees and beekeeping: Science, practice and world resources. Cornell University Press. 614 p.
- Castellanos-Potenciano, B. P., E. Ramírez-Arriaga, y J. M. Zaldívar-Cruz. 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.
- De Layens M.G. y Bonner M. G. 2001. Curso completo de apicultura y cuidado de un colmenar aislado. Ediciones Omega. 414 p.
- Delgadillo R., J. 1998. Florística y Ecología del Norte de Baja California. 2a. ed. Universidad Autónoma de Baja California. 413 p.
- Erdtman G. 1943. An introduction to pollen analysis. The Ronald Press Company. Nueva York. 239 pp.
- Espejel, I., Fischer, D. W., Hinojosa, A., García, C., Leyva, C. 1999. Land-use planning for the Guadalupe Valley, Baja California, Mexico. *Landscape and Urban Planning* 45: 219-232.
- FAOSTAT. 2009. Estadísticas de producción y comercio agrícola mundial. FAO. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (12 de noviembre de 2009).

- Fernandes C. and O. M. Barth. 2012. Pollen analysis of honey and beebread derived from Brazilian mangroves. *Brazilian Journal of Botany* 35(1):79-85.
- Frankie G. W., E. W. Thorp, M. H. Schindler, B. Ertter, and M. Przyblski. 2002. Bees in Berkeley?. *Frmonia* 30 (3-4): 50-58.
- Ghazanfar S. 1997. Trees of Oman, an illustrated guide to the native trees of Oman. Ministry of Regional Municipalities and Environment, Muscat, 67 p.
- González-Porto A. V., T. Martín-Arroyo, M. J. Gil-García, B. Ruíz-Zapata, J. Álvarez-Jiménez, y Bartolomé C. 2013. Predicting the natural vegetation in a región by comparing the pollen in two biological vectors: bryophytes and honey. *Grana* 52(2): 136-146.
- Jarić S., M. Mačukanović-Jocić, M. Mitrović, y Pavlović P. 2013. The Melliferous Potential of Forest and Meadow Plant Communities on Mount Tara (Serbia). *Environmental Entomology* 42 (4): 724-732
- Jones, G.D., and V. M. Bryant. 1996. Chapter 3D. Melissopalynology. En: *Palinology: Principles and applications*. Jansonius, J. y McGregor, D.C. (Editores). American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. Vol. 3, p. 933-938.
- Jones G. D., and V. M. Bryant. 2014. Pollen Studies of East Texas Honey. *Palynology* 38 (2): 242-258.
- Kapp, R. O., Owen K. D., and J. E. King. 2000. Ronald O. Kapp's Pollen and Spores. 2nd ed. American Association of Stratigraphic Palynologists 279 pp.
- Kremen, C. y Ricketts, T. 2000. Global Perspectives on Pollination Disruptions. *Conservation Biology*, 14(5):1226-1228.
- Krochmal C. 2014. Sumacs as bee plants. *Bee culture*. 142 (11): 81-83.
- Larson H. C. and R. Shuel. 1990. Nectar trees, shrubs and herbs of Ontario. Ministry of Agriculture and Food, Ontario, Canada. Publication 82. 15 p.

- Louveaux J., A. Maurizio, and G. Vorwohl. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World* 59: 139-157.
- Makhloufi C., Kerkvliet J. D., D'Albore G. R., Choukri A., y R. Samar. Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie* 41: 509-521.
- 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 p.
- Maurizio, A. 1975. Microscopy of honey. In: Crane E. (Ed.), *Honey: A comprehensive survey* (pp. 240-257). London: Heinemann.
- Mc Gregor, S.E. 1976. La apicultura en los Estados Unidos. Editorial Limusa. México, D.F., 150 p.
- Mller A., and M. Morris. 1988. Plants of Dhofar, the southern region of Oman, traditional, economic and medicinal uses. The Office of the Adviser for Conservation of the Environment, Diwan of Royal Court, Sultanate of Oman, 336 p.
- Minnich R. A. and Franco-Vizcaino E. 2005. Baja California's Enduring Mediterranean Vegetation: Early Accounts, Human Impacts, and Conservation Status. In: *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Cartron J.-L. E., Ceballos G. and Felger R. S. (Eds). Oxford University Press, New York. 370-386 pp.
- Moguel O., B.Y., C. Echazarreta G., y R. Mora E. 2005. Calidad Fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración. *Técnica Pecuaria en México* 43(3): 323-334.
- 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 p.

- Pellet F. C. 1947. American Honey Plants. Orange Judd Publishing Company, Inc., New York. 268 pp.
- Petanidou T. 2003. Introducing plants for bee-keeping at any cost? – Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. Plant syst. Evol. 238: 155-168.
- Ramírez-Arriaga E., L.A. Navarro-Calvo, and E. Díaz-Carbajal. 2011. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. Grana 50: 40-54.
- Rebman J. P. y Roberts N.C. 2012. Baja California plant field guide. Tercera Edición. San Diego Natural History Museum. 451 p.
- Riemann H. and E. Ezcurra. 2005. Plant endemism and natural protected areas in the peninsula of Baja California, Mexico. Biological Conservation 122: 141–150.
- Reyes-Carrillo, 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 p.
- 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., Farooq S. A., Patzelt A., Eltayeb E. A., Bryant V. M. 2007. Melissopalynological studies from Oman. Palynology 31: 63–79.
- Sahinler S., Sahinler, N. y A. Gul. 2009. Determination of Honey Botanical Origin by Using Discriminant Analysis. J. Anim. Vet. Adv., 8 (3): 488-491.

- SPABC (Sistema Producto Apícola de Baja California). 2009. Plan rector del sistema producto estatal apícola de Baja California. Sistema Producto Apícola de Baja California. 67 pp. Mimeo.
- Todd F. E., and G. H. Vansell. 1942. Pollen grains in nectar and honey. *Journal of Economic Entomology*. 35: 728-731.
- Villanueva-Gutiérrez R. 1994. Nectar sources of European and Africanized honey bees (*Apis mellifera* L) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Apicultural Research* 33 (1): 44-58.
- Villanueva, G. R., Moguel-Ordóñez, Y. B., Echazarreta, G. C. M., y Arana, L. G. 2009. Monofloral honeys in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Grana*, 48: 214–223.
- Villanueva-Gutiérrez, R., C. Echazarreta-Gonzalez, D. W. Roubik, y Moguel-Ordoñez, Y. B. 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>
- Villegas D., G., Bolaños M., A., Miranda S., J. A. 2000. Flora Nectarífera y polinífera del Estado de Chiapas. COTECOCA-SAGAR. 160 pp.
- Villegas D., G., Bolaños M., A., Miranda S., J. A., Quintana R., I. L., Guzmán Q., E. O., Zavala R., J. J. M. 1999. Flora Nectarífera y polinífera en el Estado de Michoacán. COTECOCA-SAGAR. 160 pp.
- Von der Ohe, W., L. Persano O., M. L. Piana, M. Morlot, y P. Martin. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie* 35: S18-25.
- Zavala-Olalde J.A., I. Colomo-González, N. Matalí-Pérez, L. Piana, B. Olivier, A. Méndez-Villarreal and R. Vandame. 2013. Characterization of four typical honeys from highly diverse tropical ecosystems. *Journal of Apicultural Research* 52(2): 24-34.

CAPITULO V. CONCLUSIONES GENERALES

Luego del análisis palinológico de las muestras de miel, y considerando la frecuencia y abundancia de los tipos polínicos, se puede afirmar que los principales recursos nectaríferos y poliníferos usados por *Apis mellifera* para la producción de miel en el Valle de Mexicali durante los dos periodos de cosecha son: *Tamarix* spp., *Prosopis* spp., *P. sericea*, *M. sativa*, *P. dactylifera*, *W. filifera*, Myrtaceae, *C. sativum* y *S. irio*. El polen dominante en las mieles de agosto fue de *Tamarix* spp., mientras que en las mieles de junio fue más frecuente el polen de *Prosopis* spp. Se detectaron principalmente mieles monoflorales de; *Tamarix* spp., *Prosopis* spp. y *P. sericea*, pero también mieles monoflorales de *C. sativum*, *P. dactylifera*, las cuales pueden ser de interés para comercializarse en forma diferenciada.

En las mieles cosechadas en Ensenada los tipos polínicos identificados señalan como especies vegetales importantes productoras de néctar y polen a *Malosma laurina*, que particularmente en el mes de agosto, mientras que Boraginaceae es la más importante durante el mes de junio. En todas las mieles de Ensenada se encuentra presente el polen de *Adenostoma* spp., que es más frecuente en el mes de agosto. Otras especies de importancia son *Acmispon glaber*, *Brassica* spp., *Tamarix* spp., *Eriogonum fasciculatum*, *Rhus integrifolia* y *Baccharis* spp. El 45% de las mieles analizadas se clasificaron como monoflorales, la más frecuente entre las mieles monoflorales fue la de *Malosma laurina*, pero tanto estas como las dominadas por Boraginaceae, *Adenostoma* spp. y *Acmispon glaber* resultan de interés para su comercialización diferenciada.

En general, las mieles de Mexicali contienen tipos polínicos correspondientes a plantas introducidas, tanto cultivos como especies naturalizadas, mientras que en Ensenada están mejor representados aquellos provenientes de especies nativas. Esto indica que las abejas utilizan los recursos vegetales disponibles, y mientras que en el Valle de Mexicali la vegetación original fue removida para dar paso a cultivos agrícolas y al establecimiento de especies introducidas, en Ensenada persisten áreas de vegetación nativa que son aprovechadas por *Apis mellifera*.

Tanto para el Valle de Mexicali como en Ensenada, a partir de este conocimiento sobre las especies vegetales potencialmente productoras de mieles monoflorales y de

interés por las características singulares del producto, es posible ubicar las colmenas en sitios y periodos óptimos para cosechar esta clase de mieles. Además el conocimiento de estos nectaríferos contribuye a su valoración, para considerarlos en estrategias de conservación y manejo integral de los recursos naturales.

Es necesaria que esta primera caracterización del espectro polínico de las mieles sea complementada con análisis fisicoquímicos y sensoriales que permitan establecer relaciones entre los aspectos de calidad y el origen botánico de la miel, y describir apropiadamente las singularidades de los distintos tipos de miel que se producen en la entidad.

CAPITULO VI. LITERATURA CITADA

- Acosta-Castellanos, S., Quiroz-García, L., Arreguín-Sánchez, L. y Fernández-Nava, R. 2011. Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. *Polibotánica* 32: 173-191.
- Alaniz L., I. Espejel, C. Echazarreta, H. Riemman, P. K. Visscher, J. L. Reyes, y G. Arámburo. 2004. La Apicultura en el Norte de Baja California. *Apitec* 43: 20-35.
- Alaniz-Gutiérrez L. 2002. Factores potenciales y limitantes para el desarrollo de la apicultura en el Norte de Baja California. Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 142 p.
- Al-Ghamdi A., Adgaba N., Getachew A., and Tadesse Y. 2014. New approach for determination of an optimum honeybee colony's carrying capacity based on productivity and nectar secretion potential of bee forage species. *Saudi Journal of Biological Sciences* (IN PRESS).
- Beekman M., and F. L. W. Ratnieks. 2000. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology* 14: 490-496.
- Bentabol A., Z. Hernández, R. Rodríguez, E. Rodríguez, and C. Díaz. 2014. Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. *LWT – Food Science and Technology* 55: 572-578.
- Bhargava H. R., J.V. A. Jyothi, M. Bhushanam, and N.S. Surendra. 2009. Pollen Analysis of *Apis* Honey, Karnataka, India. *Apiacta* 44: 14-19.
- Bogdanov S., K. Ruoff, and L. Persano. 2004. Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie* 35: S4-17.
- Bryant V. M. y G. D. Jones. 2001. The R-Values of Honey: Pollen Coefficients. *Palynology* 25: 11-28.
- Bruni I., A. Galimberti, L. Caridi, D. Scaccabarozzi, F. De Mattia, M. Casiraghi, and M. Labra. 2015. A DNA barcoding approach to identify plant species in multiflower honey. *Food Chemistry* 170: 308–315.
- Cajero A., S. 1999. Conferencia Magistral: Situación Actual de la Apicultura Mexicana y sus Perspectivas. En: *Memorias del Primer Foro de Proyectos Integrales: Sistema*

- Producto Miel. Echazarreta G., C. y Arellano R., A. Editores. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. p. 20-28.
- Castellanos-Potenciano B. P., E. Ramírez-Arriaga, y J. M. Zaldívar-Cruz. 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.
- Chefrour A., M. J. Battesti, K. Y. Ait, S. Bennadja, and A. Thar. 2007. Melissopalynologic and phisyochemical analysis of some North-East algerian honeys. *European Journal of Scientific Research* 18: 389-401.
- Čeksterytė V., B. Kurtinaitienė, y Balžekas, J. 2013. Pollen diversity in honey collected from Lithuania's protected landscape areas. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*. 62(4): 277-282.
- Ciappini M. C., M. B. Gatti, M.V. Di Vito, S. Gattuso, and Gattuso M. 2008. Characterization of diferent floral origins honey samples from Santa Fe (Argentina) by palynological, physicochemical and sensory data. *Apiacta* 43: 25-36.
- Cimpoi C., A. Hosu, V. Miclaus, A. Puscas. 2013. Determination of the floral origin of some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties *Spectrochim. Acta Mol. Biomol. Spectros*, 100: 149–154.
- Corbella E., and D. Cozzolino. 2008. Combining multivariate analysis and classify honey samples accordingly botanical origins. *Chilean Journal of Agricultural Research* 68(1):102-107
- Couvillon M. J., F. C. R. Pearce, C. Accleton, K. A. Fensome, S. K. L. Quah, E.L. Taylor and F. L. W. Ratnieks. 2015. Honey bee foraging distance depends on month and forage type. *Apidologie* 46:61-70.
- Crane E. 1990. Bees and bekeeping: Sience, practice and world resources. Cornell University Press. 614 p.
- Crane, E. 1999. The World History of Beekeeping and Honey Hunting. Routledge, New York. 682 p.
- Datta K., P. C. Verma, and A. Chatterjee. 2008. Mapping of key bee flora of upper Gangetic region of India – a palynological assessment through regional honeys. *Grana* 47: 159–170.

- Decourtye A., E. Mader, y N. Desneux. 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Apidologie* 41: 264-277
- Diaz-Forestier J., Gómez, M., y G. Montenegro. 2009. Nectar volume and floral entomofauna as a tool for the implementation of sustainable apicultural management plans in Quillaja saponaria Mol. *Agroforest Syst.* 76: 149-162.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2009. Modificación del inciso 4.2 y se eliminan los numerales 4.2.3 y 4.2.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-145-SCFI-2001, Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones, publicada el 23 de abril de 2001. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5101710&fecha=05/08/2009 (Consultado 22/05/2015).
- FAOSTAT. 2015. Statistics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Consultado el 19 de mayo de 2015). Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>
- Fernandes C. and O. M. Barth. Pollen analysis of honey and beebread derived from Brazilian mangroves. *Brazilian Journal of Botany* 35(1):79-85.
- Forcone A. 2008. Pollen analysis of honey from Chubut (Argentinean Patagonia). *Grana* 47: 147–158.
- Forcone A., O. Bravo, and M. G. Ayestarán. 2003. Intraannual variations in the pollinic spectrum of honey from the lower valley of the River Chubut (Patagonia, Arentina). *Spanish Journal of Agricultural Research* 1(2): 29-36.
- Forcone A. y M. Tellería. 2000. Caracterización palinológica de las mieles de la llanura del Río Senguerr (Chubut-Argentina). *Darwiniana* 30 (3-4): 267-271.
- Guzmán-Novoa E., Correa B., A., Espinosa M., L. G. y G. Guzmán N. 2011. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Vet. Méx.* 42 (2): 149-178.
- Haj J. I. B., P. Schweitzer, M. L. Khouja, M. Zouaghi, and Z. Ghrabi. 2008. Physicochemical properties and pollen spectra of honeys produced in Tunisia (Southwest of Kef). *Apiacta* 43: 38-48.
- Hoshiba H., and M. Sasaki. 2008. Perspectives of multi-modal contribution of honeybee resources to our life. *Entomological Research*. 38S: 15-21.

- Huang L., H. Liu, B. Zhang, and D. Wu. 2015. Application of Electronic Nose with Multivariate Analysis and Sensor Selection for Botanical Origin Identification and Quality Determination of Honey. *Food Bioprocess Technol* 8: 359-370.
- Ichikawa N., N. Sasaki, and H. Obata. 2000. Monitoring foraging range of *Apis mellifera* in the Central District of Tokyo through dance communication. In: Asian bees and beekeeping. Progress of research and development. Proceedings of Fourth Asian Apicultural Association. International Conference, Kathamandu, March 23-28, 1998. Matuska, M., L. R. Verma, S. Wongsiri, K. K. Shrestha, and V. Partap, (ed). Science Publishers, Inc. Enfield, NH, USA. Printed in India. pp. 37-38.
- Jarić S., M. Mačukanović-Jocić, M. Mitrović, y Pavlović P. 2013. The Melliferous Potential of Forest and Meadow Plant Communities on Mount Tara (Serbia). *Environmental Entomology* 42 (4): 724-732
- Jones G. D., and V. M. Bryant. 1996. New Frontiers in Palynology 23D-Melissopalynology. In: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (Ed.). *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation, Vol. 3. pp. 933-938.
- Kamble K. D., R. S. Pandit, y Rao K.L. 2015. Melittopalynological Investigations of Honey from Sunderban region, West Bengal, India. *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.* 85(1):101-106.
- Kerkvliet J. D., and J. G. Beerlink. 1991. Pollen analysis of honeys from coastal plain of Surinam. *Journal of Apicultural Research* 30 (1): 25-31.
- Lee K. V., N. Steinhauer, K. Rennich, M. E. Wilson, D. R. Tarpy, D. M. Caron, R. Rose, K. S. Delaplane, K. Baylis, E. J. Lengerich, J. Pettis, J. A. Skinner, J. T. Wiles, R. Sagili, and D. vanEngelsdorp. 2015. A national survey of managed honey bee 2013-2014 annual colony losses in the USA. *Apidologie* 46: 292-305.
- Loveaux J., A. Maurizio, and G. Vorwhol G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World* 59: 139-157.
- Marcos J. V., R. Nava, G. Cristóbal, R. Redondo, B. Escalante-Ramírez, G. Bueno, Ó. Dénizc, A. González-Portod, C. Pardo, F. Chung, and T. Rodríguez. 2015. Automated pollen identification using microscopic imaging and texture analysis. *Micron* 68: 36–46.

- Martin, P. 2005. Science news: Importance of melissopalynology for beekeeping and trade. *Bee World* 36 (3): 75-76.
- Martínez H. E., y E. Ramírez A. 1998. La importancia comercial del origen botánico de las mieles por medio de su contenido de granos de polen (Melisopalinología). *Apitec* 10: 27-30.
- Maurizio, A. 1975. Microscopy of honey. In: Crane E. (Ed.), *Honey: A comprehensive survey* (pp. 240-257). London: Heinemann.
- Mc Gregor, S.E. 1976. *La apicultura en los Estados Unidos*. Editorial Limusa. México, D.F., 150 p.
- Molan, C. P. 1998. The Limitations of the Methods of Identifying the Floral Source of Honeys. *Bee World* 79 (2): 59-68.
- Pellet, F. C. 1947. *American Honey Plants*. Orange Judd Publishing Company, Inc., New York. 268 pp.
- Persano O., L., and S. Bogdanov. 2004. Determination of honey botanical origin: problems and issues. *Apidologie* 35: S2-3.
- Petanidou T. 2003. Introducing plants for bee-keeping at any cost? – Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. *Plant syst. Evol.* 238: 155-168.
- Petanidou T. 2005. Sugars in mediterranean floral nectars: an ecological and evolutionary approach. *Journal of Chemical Ecology*. 31 (5): 1065-1088.
- Petanidou T., y E. Smets. 2005. The potential of marginal lands for bees and apiculture: néctar secretion in Mediterranean shrublands. *Apidologie* 26: 39-52.
- Piana M. L., L. Persano O., A. Bentabol, E. Bruineau, S. Bogdanov, and D.C. Gouyot. 2004. Sensory analysis applied to honey: state of the art. *Apidologie* 35 S26-37.
- Piedras G. B., y D. L. Quiroz G. 2007. Estudio melisopalinológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México. *Polibotánica* 23: 57-75.
- Ponnuchamy R., Bonhomme V., Prasad S., Das L., and P. Patel. 2014. Honey Pollen: Using Melissopalynology to Understand Foraging Preferences of Bees in Tropical South India. *PLoS ONE* 9(7): e101618. doi:10.1371/journal.pone.0101618.

- Quiroz D. L., y M. de la L. Arreguín. 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., L.A. Navarro-Calvo, and E. Díaz-Carbajal. 2011. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*. 50: 40-54.
- Ramírez M. A., S. González, y E. Sauri. 2000. Efecto del tratamiento térmico temporal de la miel sobre la variación de su calidad durante el almacenamiento. *Apiacta* 35 (4): 162-170.
- Reyes-Carrillo 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.
- Rodríguez B. A., S. Mendoza, M. H. Iturriga, and E. Castaño-Tostado. 2012. Quality Parameters and Antioxidant and Antibacterial Properties of Some Mexican Honeys. *Journal of Food Science* 71 (1): 121-127.
- Sahinler S., N. Sahinler and A. Gul. 2009. Determination of honey botanical origin by using discriminant analysis. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8 (3): 488-491.
- Salamanca G., S. M. Guzmán, y M. Osorio. 2007. Aspectos relativos al polen apícola y su valoración estructural. *Apitec* 62: 4-12.
- SAGARPA. 2009. Libreta apícola 2008. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación, Delegación Estatal Baja California, México. 12 pp. Mimeo.
- SAGARPA. 2010. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. Coordinación General de Ganadería, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. *Claridades Agropecuarias* (199): 3-34.
- 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.

- Sawyer, R. 1998. Honey Identification. Cardiff Academic Press. Great Britain. 115 pp.
- Sajwani A., Farooq S. A., Patzelt A., Eltayeb E. A., Bryant V. M. 2007. Melissopalynological studies from Oman. Palynology. 31: 63–79.
- 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 11 mayo 2015.
- Silvano M. F., Varela M. S., Palacio M. A., S. Ruffinengo, and D. K. Yamul. 2014. Physicochemical parameters and sensory properties of honeys from Buenos Aires region. Food Chemistry 152: 500-507.
- Sorkun K., and C. Dogan. 2002. The importance of total number of pollen types in 10 gr of honey in distinguishing between natural honey and artificial honey produced in Turkey. Mellifera 2-3: 34-38.
- SPABC (Sistema Producto Apícola de Baja California). 2009. Plan rector del sistema producto estatal apícola de Baja California. Sistema Producto Apícola de Baja California. 67 pp. Mimeo.
- Swallow K. L. N. 1990. Analysis and quantification of carbohydrates in honey using HPLC. J. Agric. Food Chem. 38 (9): 1828-1832.
- Verzera A., G. Tripodi, C. Condurso, G. Dima, A. Marra. 2014. Chiral volatile compounds for the determination of orange honey authenticity. Food Control 39: 237-243.
- Villanueva-Gutiérrez R. 1994. Nectar sources of European and Africanized honey bees (*Apis mellifera* L) in the Yucatan Peninsula, Mexico. Journal of Apicultural Research 33 (1): 44-58.
- Villanueva-Gutiérrez R. 2002. Polliniferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Yucatán Peninsula, Mexico. Revista de Biología Tropical. 50 (3/4): 1035-1044.
- Villanueva-Gutiérrez R., Moguel-Ordóñez, Y. B., Echazarreta, G. C. M., and L. G. 2009. Monofloral honeys in the Yucatán Peninsula, Mexico. Grana, 48: 214–223.

- Villanueva-Gutiérrez R., C. Echazarreta-Gonzalez, D. W. Roubik, y Moguel-Ordoñez, Y. B. 2014. Transgenic soybean pollen (*Glycine max* L.) in honey from the Yucatan peninsula, Mexico. Scientific Reports. [en línea 2014/02/07] <http://dx.doi.org/10.1038/srep04022>
- Vlad V., Ion, V., Stefan, V., Nicoleta Ion, Motelică, D. M. y G. Cojocaru. 2011. Model for predicting the flowering stage and honey potential yield of sunflower and rapeseed crops. Scientific Papers, UASVM Bucharest, Series A., Vol. LIV: 281-286.
- Von der Ohe W., L. Persano O., M. L. Piana, M. Morlot, and P. Martin. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. Apidologie 35: S18-25.
- Zavala-Olalde A., I. Colomo-González, N. Matalí-Pérez, L. Piana, B. Olivier, A. Méndez-Villarreal and R. Vandame. 2013. Characterization of four typical honeys from highly diverse tropical ecosystems. Journal of Apicultural Research 52(2): 24-34.