


Espectro de polen corbicular de *Apis mellifera* en muestras de Huejotitán, Jalisco, México



Roberto Quintero Domínguez ^a

Lino de la Cruz Larios ^a

Diego Raymundo González Eguiarte ^a

José Arturo Solís Magallanes ^b

José Francisco Santana Michel ^{c†}

José Luis Reyes Carrillo ^{d*}

^a Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Agrícola, Camino Ramón Padilla Sánchez 2100 Nextipac, 45200 Zapopan, Jalisco, México.

^b Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Autlán, Jalisco, México.

^c Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Laboratorio de Botánica, Autlán, Jalisco, México.

^d Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna, Departamento de Biología, Torreón, Coahuila, México.

*Autor de correspondencia: jlreyes54@gmail.com

Resumen:

Las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) dependen completamente de los recursos que las rodean. Estos afectan su supervivencia, producción de miel y la calidad de ésta. Muy poca información está disponible sobre los recursos que utilizan las abejas melíferas en México.

Se hizo un estudio para identificar los recursos florales utilizados por las abejas melíferas por medio de un análisis del polen corbicular colectado de un colmenar en la población de Huejotitan, municipio de Jocotepec, estado de Jalisco, México. Se utilizaron trampas de polen tipo Ontario modificadas para colectar muestras de polen de manera mensual de tres colmenas a través de un periodo de cuatro meses (agosto – noviembre, 2012). Se etiquetaron y congelaron las muestras para luego procesarlas mediante la técnica de acetólisis para eliminar la exina. Se prepararon portaobjetos permanentes de glicerina para conservar y analizar las muestras. La identificación, el recuento de los granos de polen, así como la medición de cada grano se realizaron por medio de un microscopio vertical equipado con un micrómetro ocular de 100X y utilizando aceite de inmersión. Se hizo una colección de referencia como medio auxiliar de identificación y como referencia estacional de las especies florecientes en el área del colmenar muestreado. Una vez al mes se recolectaron, se marcaron, y se prensaron flores de todas las plantas en flor, y se llevaron al herbario para su identificación. El polen fue extraído de estas flores, procesado e identificado. En las muestras de polen corbicular se identificaron 23 tipos de plantas pertenecientes a 17 familias de plantas. Trece de ellas se identificaron a nivel de especie, cinco a nivel de género y cinco más a nivel familia. Myrtaceae fue la familia representada con mayor frecuencia en las muestras, seguida por Asteraceae, Fabaceae y Lamiaceae.

Palabras clave: Comportamiento, Pecoreo, Apipalinología, Apibotánica.

Recibido: 08/03/2018

Aceptado: 25/05/2020

A pesar de su papel como polinizadores clave entre los insectos⁽¹⁾, los fundamentos biológicos para la selección de fuentes de polen por las abejas melíferas (*Apis mellifera*) en México aún se desconocen en su mayoría. Los estudios botánicos de interés apícola no son particularmente abundantes si se considera que México es un país grande y mega diverso, clasificado en los primeros lugares en producción y exportación apícola en el mundo⁽²⁾. Dado que las abejas melíferas dependen por completo de la vegetación para su supervivencia es fundamental comprender sus preferencias alimenticias, así como los detalles sobre la disponibilidad de polen durante todo el año. El polen contiene la proteína nutritiva⁽³⁾ necesaria para la supervivencia y el desarrollo adecuado de las crías y las obreras jóvenes. El polen también contiene lípidos, vitaminas y minerales⁽⁴⁾ como componentes secundarios.

La disponibilidad de los recursos florales, la distancia a la fuente, el valor nutricional⁽⁵⁾, las necesidades de la colmena, es decir, el ciclo de vida y fisiología de las obreras, reinas y zánganos y las condiciones climáticas⁽⁶⁾, influyen en los patrones y las proporciones de

recolección del polen. Esto es de particular interés para apicultores e investigadores pues el comportamiento de recolección de las abejas no parece tener patrones fijos. Cada temporada, las abejas recolectan polen en función a diferentes variables, e incluso de una manera arbitraria que parece no corresponder con el valor nutrimental de los recursos ni con su cercanía o disponibilidad⁽⁷⁾. Esta clase de información es fundamental para evaluar el potencial de un área determinada para la producción de polen, y para orientar los esfuerzos relacionados con la conservación de la biodiversidad⁽⁸⁾, particularmente en lugares donde las poblaciones de abejas están disminuyendo.

El análisis del polen recolectado proporciona información sobre su origen botánico y sobre las especies de plantas preferidas por las abejas que lo recolectaron. Así mismo ayuda a comprender su comportamiento de búsqueda de alimento. El objetivo de este estudio fue identificar los tipos de polen recolectados por las abejas *A. mellifera* durante la temporada de producción de miel.

Teniendo esto en cuenta se diseñó un proyecto de muestreo para recolectar y analizar el polen corbicular para caracterizar el espectro del polen utilizado por *A. mellifera* en el área de estudio. Los granos de polen se identificaron principalmente mediante una colección especial de referencia de polen de plantas en flor en la localidad durante el periodo de estudio. Las identificaciones estuvieron a cargo de un equipo de especialistas del Herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, Centro de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA).

El estudio se llevó a cabo en un apiario en la población de Huejotitán, en el municipio de Jocotepec, estado de Jalisco, México (20°21'13.45" N; 103°29'6.97" O), un área con un sector apícola de importancia. La vegetación alrededor del colmenar está dominada por cultivos de temporada, pastos y vegetación secundaria intercalados con bosque tropical caducifolio con una elevación de 1,597 msnm.

El apiario en estudio contenía un total de 23 colmenas de las cuales se escogieron tres basados en su buena salud. Usando trampas de polen de tipo Ontario modificadas⁽⁹⁾, se colectaron muestras de polen una vez al mes durante cuatro meses consecutivos (agosto a noviembre 2012). Este período corresponde a la época de precosecha y cosecha de miel en el área de estudio. Las trampas se instalaron y se mantuvieron en su lugar durante 24 a 48 horas y luego se retiraron. Una vez que se colectaron los gránulos corbiculares de las trampas, se limpiaron de impurezas y se colocaron en recipientes de plástico con etiquetas. Luego se congelaron hasta su procesamiento y análisis.

Se colectó un total de doce muestras de polen, es decir, una por cada una de las tres colmenas en cada uno de los cuatro meses. En el laboratorio, se tomaron 1.5 g de polen de cada una de las tres muestras correspondientes a un mes y se combinaron para formar una sola muestra

correspondiente a las tres colmenas en su conjunto en un mes. Antes de su procesamiento, se trituraron cuidadosamente las muestras de cada mes en un mortero. Para eliminar su contenido de exina se procesaron las muestras mediante la técnica de acetólisis. Se conservaron las muestras incorporándolas en portaobjetos permanentes con gelatina de glicerina. La observación de los granos se hizo por medio de un microscopio vertical Olympus BH-2[®] equipado con un micrómetro ocular 100X para medir el grano de polen de cada especie, utilizando aceite de inmersión. El volumen de los granos de polen individuales se calculó con la fórmula: $V = 4 / 3\pi a^2b$ donde “V” es el volumen, “a” es el eje mayor del grano de polen y “b” el eje menor⁽¹⁰⁾.

La identificación de los granos de polen se realizó con base en una comparación del tamaño y forma con la colección de referencia de polen del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para obtener los porcentajes relativos de cada especie o género y familia de planta, se contaron todos los granos de polen en cada portaobjetos.

Como un apoyo en la identificación de los granos de polen, se preparó una colección auxiliar de referencia utilizando granos de polen coleccionados de plantas en la etapa de floración durante cada mes del periodo de estudio. Las plantas estaban ubicadas en el entorno del colmenar muestreado. Las colectas de polen se hicieron una vez al mes en cada uno de los cuatro meses del periodo de estudio. Se colectaron las muestras de polen a lo largo de un circuito de entre 3 y 5 km en los alrededores del colmenar. A todas las plantas en flor el día de la colecta se extrajeron las anteras de las flores de un ejemplar. Se procesaron las anteras por acetólisis de acuerdo con la técnica mencionada⁽¹¹⁾. Las plantas muestreadas se identificaron por especialistas en botánica de la Universidad de Guadalajara, y se sometieron los ejemplares del bono al Herbario del Instituto Botánico del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la misma universidad. También se tomó información de la literatura sobre la flora visitada por *A. mellifera*⁽¹¹⁻¹⁵⁾. Se utilizaron los datos de las colectas y de la literatura para identificar si las plantas eran fuente de néctar y/o polen, y su condición migratoria (nativa, exótica).

De las muestras de polen se identificaron 23 diferentes tipos pertenecientes a 17 familias de plantas (Cuadro 1). De estos, 13 se identificaron a nivel de especie, cinco a nivel de género y cinco solo a nivel de familia. En el mes de agosto no hubo un tipo de polen predominante, pero sí hubo tres tipos secundarios (*Aster* sp., *Eucalyptus citriodora* y *Ricinus communis*), uno menor pero importante (Cyperaceae) y trazas de otros tipos. Todos estos cuatro tipos representaron porcentajes superiores a diez y desde luego fueron recursos importantes para *A. mellifera*. En el mes de septiembre, *E. citriodora* fue el tipo de polen predominante, seguido por los secundarios Poaceae y *Psidium guajava* y trazas de otros tipos. Los tres representaron porcentajes superiores a diez y desde luego fueron recursos importantes. Ningún tipo polen fue dominante en el mes de octubre, pero hubo tres tipos secundarios (*E. citriodora*, *Hyptis albida* y *L. leucocephala*), todos con porcentajes superiores a diez y desde

luego significantes; además se detectaron trazas de otros tipos. *Eucalyptus citriodora* dominó la muestra de polen de noviembre, seguido por dos tipos secundarios (*Asteraceae* y *Pseudosmodingium* sp.), y trazas de otros. Los tres representaron porcentajes superiores a diez y fueron significativos. Globalmente, *E. citriodora* fue significativa en cada uno de los cuatro meses, *Asteraceae* y *L. leucocephala* se encontraron en tres meses, y *R. communis*, *Sicyos angulatus*, *Citrus* sp., *Pseudosmodingium* sp. y *Poaceae* aparecieron cada una en dos meses.

Cuadro 1: Taxones identificados en granos de polen, expresados como porcentaje del total, de muestras de polen corbicular de *Apis mellifera* coleccionadas en Huejotitán, Jalisco, México, de agosto a noviembre de 2012

Taxones	Familia	Ago (%)	Sep (%)	Oct (%)	Nov (%)	Condición migratoria
<i>Acacia farnesiana</i>	Fabaceae			2.4		Nativa
<i>Aster</i> sp.	Asteraceae	34.1				Desconocida
<i>Asteraceae</i>	Asteraceae		5.3	5.8	14.5	Desconocida
<i>Betula</i> sp.	Betulaceae		5.5			Desconocida
<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	1.7		1.4		Exótica
<i>Cyperaceae</i>	Cyperaceae	14.0				Desconocida
<i>Dodonaea viscosa</i>	Sapindaceae		1.0	1.2		Nativa
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Myrtaceae	20.5	47.2	34.6	65.6	Exótica
<i>Fabaceae</i>	Fabaceae	2.1				Desconocida
<i>Fragaria vesca</i>	Rosaceae	4.5				Exótica
<i>Fraxinus uhdei</i>	Oleaceae				3.0	Nativa
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Malvaceae			2.1		Nativa
<i>Hyptis albida</i>	Lamiaceae			18.2		Nativa
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae		2.9	16.1	2.0	Nativa
<i>Poaceae</i>	Poaceae		17.5	1.0		Desconocida
<i>Pseudosmodingium</i> sp.	Anacardiaceae			8.2	11.9	Desconocida
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae		17.0			Nativa
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	Loranthaceae	2.1				Nativa
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	17.1	1.9			Exótica
<i>Rubus idaeus</i>	Rosaceae			1.6		Exótica
<i>Salix</i> sp.	Salicaceae	3.9				Nativa
<i>Sapindaceae</i>	Sapindaceae					Desconocida
<i>Sicyos angulatus</i>	Cucurbitaceae			5.8	1.3	Nativa
Otros			1.7	1.6	1.7	Desconocida

Aunque las familias representadas en las muestras cambiaron cada mes, sus presencias a través del periodo experimental y sus representaciones proporcionales tuvieron consistencias generales (Cuadro 2).

Cuadro 2: Familias de plantas identificadas, y sus porcentajes del total de la muestra, en polen corbicular de *Apis mellifera* coleccionado en Huejotitán, Jalisco, México, de agosto a noviembre de 2012

Agosto 2012		Septiembre 2012		Octubre 2012		Noviembre 2012	
Asteraceae	34.1	Myrtaceae	64.2	Myrtaceae	34.6	Myrtaceae	65.6
Myrtaceae	20.5	Poaceae	17.5	Fabaceae	18.5	Asteraceae	14.5
Euphorbiaceae	17.2	Betulaceae	5.5	Lamiaceae	18.2	Anacardiaceae	11.9
Cyperaceae	14.0	Asteraceae	5.3	Anacardiaceae	8.2	Oleaceae	3.0
Rosaceae	4.5	Fabaceae	2.9	Asteraceae	5.8	Fabaceae	2.0
Salicaceae	3.9	Euphorbiaceae	1.9	Cucurbitaceae	5.8	Cucurbitaceae	1.3
Fabaceae	2.1	Sapindaceae	1.0	Malvaceae	2.1	Otros	1.7
Loranthaceae	2.1	Otros	1.7	Rosaceae	1.6		
Rutaceae	1.6			Rutaceae	1.4		
				Sapindaceae	1.2		
				Poaceae	1.0		
				Otras	1.6		
Total	100	Total	100	Total	100	Total	100

La familia mejor representada en las cuatro muestras fue Asteraceae seguido por Myrtaceae en tres muestras, Anacardiaceae, Fabaceae y Rosaceae en dos muestras, y Betulaceae, Cucurbitaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae y Oleaceae en 1 muestra.

La colecta de polen de plantas en floración durante el periodo experimental para generar una colección de referencia resultó en la identificación de 78 especies de plantas, pertenecientes a 71 géneros y 30 familias (Cuadro 3). Las cinco familias mejor representadas fueron Asteraceae (33.33 %), Fabaceae (8.97 %), Solanaceae (6.41 %), Lamiaceae (5.12 %) y Verbenaceae (3.84 %). Estas cinco familias representan el 29.41 % del total de las familias y el 57.67 % del total de las especies identificadas en la colección. De estas especies, 17 son productoras de néctar, siete son productoras de polen, 17 son productoras de néctar y polen, y se desconoce la importancia de los restantes 37 para las abejas melíferas. La mitad (50 %) de las especies fueron herbáceas, el 30.77 % fueron arbustos y el 19.23 % fueron árboles. La mayor parte (88.46 %) fueron especies nativas y las restantes (11.54 %) fueron exóticas. Se documentaron visitas florales por abejas melíferas en 26 de especies.

Cuadro 3: Las especies de plantas muestreadas para la colección de referencia

Especies	Familias	Fuente¹	Forma	Condición migratoria
<i>Acacia farnesiana</i>	Fabaceae	N-P	Arbusto	Nativa
<i>Adenophyllum cancellatum</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Argemone mexicana</i>	Papaveraceae	P	Hierba	Nativa
<i>Asclepias glaucescens</i>	Apocynaceae	N	Arbusto	Nativa
<i>Bidens odorata</i>	Asteraceae	N-P	Hierba	Nativa
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	N-P	Hierba	Nativa
<i>Bocconia arborea</i>	Papaveraceae	x	Árbol	Nativa
<i>Brassica rapa</i>	Brassicaceae	N	Hierba	Exótica
<i>Buddleja sessiliflora</i>	Scrophulariaceae	N-P	Arbusto	Nativa
<i>Casimiroa edulis</i>	Rutaceae	N	Árbol	Nativa
<i>Castilleja tenuiflora</i>	Orobanchaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Chromolaena collina</i>	Asteraceae	x	Arbusto	Nativa
<i>Cissus verticillata</i>	Vitaceae	N	Hierba	Nativa
<i>Clematis rhodocarpa</i>	Ranunculaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Conyza canadensis</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Cucurbita foetidissima</i>	Cucurbitaceae	P	Hierba	Nativa
<i>Dicliptera peduncularis</i>	Acanthaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Diphysa puberulenta</i>	Fabaceae	N-P	Arbusto	Nativa
<i>Dyssodia tagetiflora</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Ehretia latifolia</i>	Boraginaceae	x	Árbol	Nativa
<i>Erythrina coralloides</i>	Fabaceae	x	Árbol	Nativa
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Myrtaceae	N-P	Árbol	Exótica
<i>Eupatorium odoratum</i>	Asteraceae	N-P	Hierba	Nativa
<i>Flaveria trinervia</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Fleischmannia sonora</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Fraxinusuhdei</i>	Oleaceae	N-P	Árbol	Nativa
<i>Gronovia scandens</i>	Loasaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	N-P	Árbol	Nativa
<i>Heimia salicifolia</i>	Lythraceae	x	Arbusto	Nativa
<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	N-P	Hierba	Nativa
<i>Hyptis albida</i>	Lamiaceae	N	Arbusto	Nativa
<i>Ipomoea hederifolia</i>	Convolvulaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Ipomoea murucoides</i>	Convolvulaceae	N	Árbol	Nativa
<i>Ipomoea purpurea</i>	Convolvulaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Iresine diffusa</i>	Amarantaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	P	Árbol	Exótica
<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	P	Arbusto	Nativa

<i>Leonotis nepetifolia</i>	Lamiaceae	N-P	Arbusto	Exótica
<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i>	Solanaceae	N	Hierba	Nativa
<i>Lippia umbellata</i>	Verbenaceae	N	Arbusto	Nativa
<i>Mandevilla foliosa</i>	Apocynaceae	x	Arbusto	Nativa
<i>Melampodium perfoliatum</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	N-P	Árbol	Exótica
<i>Mimosa galeottii</i>	Fabaceae	N	Arbusto	Nativa
<i>Montanoa karwinskii</i>	Asteraceae	N-P	Arbusto	Nativa
<i>Nicotiana glauca</i>	Solanaceae	x	Arbusto	Exótica
<i>Olivaea tricuspis</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Asteraceae	P	Hierba	Nativa
<i>Perityle microglossa</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Phytolacca icosandra</i>	Phytolaccaceae	N	Hierba	Nativa
<i>Pistacia mexicana</i>	Anacardiaceae	x	Árbol	Nativa
<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	N-P	Árbol	Nativa
<i>Prosopis laevigata</i>	Fabaceae	N-P	Árbol	Nativa
<i>Pseudognaphalium chartaceum</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	N	Árbol	Nativa
<i>Psilactis asteroides</i>	Asteraceae	x	Hierba	Nativa
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	Loranthaceae	N	Hierba	Nativa
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	N	Arbusto	Exótica
<i>Salvia misella</i>	Lamiaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Salvia tiliifolia</i>	Lamiaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	N-P	Árbol	Exótica
<i>Senecio salignus</i>	Asteraceae	P	Arbusto	Nativa
<i>Senna occidentalis</i>	Fabaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Serjania racemosa</i>	Sapindaceae	N-P	Hierba	Nativa
<i>Solanum ferrugineum</i>	Solanaceae	x	Arbusto	Nativa
<i>Solanum grayi</i>	Solanaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Solanum grayi</i> var. <i>grandiflorum</i>	Solanaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Tagetes erecta</i>	Asteraceae	N	Hierba	Nativa
<i>Thunbergia alata</i>	Acanthaceae	x	Hierba	Exótica
<i>Tithonia tubiformis</i>	Asteraceae	N	Hierba	Nativa
<i>Tournefortia mutabilis</i>	Boraginaceae	x	Arbusto	Nativa
<i>Trixis hyposericea</i>	Asteraceae	x	Arbusto	Nativa
<i>Verbena bipinnatifida</i>	Verbenaceae	x	Hierba	Nativa
<i>Verbesina barrancae</i>	Asteraceae	x	Arbusto	Nativa
<i>Verbesina crocata</i>	Asteraceae	x	Arbusto	Nativa
<i>Vernonanthura cordata</i>	Asteraceae	N	Arbusto	Nativa

<i>Vernonia bealliae</i>	Asteraceae	P	Arbusto	Nativa
<i>Viguiera quinqueradiata</i>	Asteraceae	N	Arbusto	Nativa

¹ P= polen, N= néctar, x= no documentado.

Los meses con más especies en floración fueron septiembre y noviembre con 16 especies cada uno, seguido por octubre con 13 y agosto con 12. Las abejas representan los principales polinizadores entre los insectos observados durante el muestreo. En las áreas bajo cultivo intensivo de monocultivos, las abejas melíferas se están convirtiendo en los únicos polinizadores ya que los insectos nativos silvestres están desapareciendo de manera gradual. Una de las razones por esta dominancia es que *A. mellifera* pertenece a uno de los pocos géneros de abejas conocidos por tener hábitos poliléticos⁽¹⁶⁾. Además, se promueve su presencia entre cultivos ya que producen aumentos de rendimiento de hasta un 96%⁽¹⁷⁾.

De las familias de planta utilizadas por las abejas melíferas, los resultados indican que la Myrtaceae tuvo el segundo porcentaje más alto en agosto y, con mucho, el primero en septiembre, octubre y noviembre. En la muestra esta familia estuvo representada de manera prominente por *E. citriodora*, una especie exótica. Evolucionada originalmente en la región Austro-Malaya⁽¹⁸⁾, se ha introducido a muchos países por su valor como fuente de madera, leña, y fibra de madera y como una ornamental⁽¹⁹⁾. La fenología floral de *Eucalyptus* suele ser sincrónica entre diferentes individuos dentro de una arboleda, pero muestra una gran variación en su tiempo de floración e incluso puede tener períodos de floración intermitentes durante la mayor parte del año⁽²⁰⁾. Está documentado que *Apis mellifera* es uno de los visitantes más frecuentes de sus flores⁽²¹⁾.

En el mes de agosto, la familia Asteraceae fue más visitada que la Myrtaceae. Esta familia de plantas es la más abundante en México⁽²²⁻²⁵⁾, y representa aproximadamente el 10% de todas las plantas conocidas en el mundo⁽²⁶⁾. Su centro de diversificación está en México, donde es el grupo de plantas más grande y representativo; abarca del 7 al 32 % de la flora del país y el 12.5 % de la de Jalisco⁽²⁷⁾. En septiembre, la segunda familia más abundante en las muestras de polen fue Poaceae, pero no se podía identificar ni especies ni géneros dentro de ella. Esta también es una familia extensa, con más de 500 especies en todo el mundo e incluye, tanto los cereales utilizados en la alimentación humana, como los pastos usados en la alimentación del ganado⁽²⁶⁾. En octubre, hubo dos familias que fueron las segundas más importantes para las abejas, con porcentajes iguales de polen: Fabaceae (representada por *L. leucocephala* y *A. farnesiana*), y Lamiaceae, por *H. albidia*. Aunque los porcentajes en este estudio se refieren al número de granos de polen documentados y no a su volumen, los tamaños siguen siendo relevantes ya que las proporciones cambian cuando se analizan en términos de una variable diferente. Por ejemplo, los granos de polen de *E. citriodora* son pequeños, 25 μm en promedio, tienen la forma de un prisma triangular aplanado y su volumen promedia aproximadamente 3,125 μm^3 . Por el contrario, los granos de polen de *A. farnesiana* tienen un tamaño promedio de 60 μm , una forma elipsoide y un volumen de

aproximadamente $78,539.8 \mu\text{m}^3$. En términos del número de granos, *E. citriodora* representó el 34 % de la muestra mientras *A. farnesiana* (Fabaceae) el 2.4%. Sin embargo, si se comparan en términos de sus volúmenes totales, las proporciones cambian radicalmente: $106,250 \mu\text{m}^3$ para *E. citriodora* y $196,349.5 \mu\text{m}^3$ para *A. farnesiana*, es decir, casi el doble del volumen de *E. citriodora*.

En noviembre, Asteraceae fue la segunda familia más importante; independientemente de su frecuencia, el polen de algunas especies estuvo presente en al menos dos de las muestras de carga de polen. Este indica su presencia durante más de un mes, lo cual significa que son recursos alimenticios a largo plazo durante el año. Tal es el caso de *E. citriodora* (presente en cuatro muestras), y Asteraceae y *L. leucocephala* (en tres muestras). De los 23 tipos de polen encontrados en las muestras, siete han sido reportados como fuentes de polen para las abejas melíferas en otros estados de México: *A. farnesiana*, *Fraxinus uhdei*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *L. leucocephala*, *P. guajava*, *R. communis* y *S. angulatus*^(11-15, 27, 28).

Del número total de especies de plantas en flor que se observaron en la zona durante todo el año, solo el 34.21% son utilizadas por las abejas^(22-26,29,30). Esto podría explicarse por la selectividad de las abejas melíferas en función a la abundancia relativa y la calidad del néctar y del polen, y la distancia a los recursos florales.

Agradecimientos

El presente estudio forma parte de un proyecto financiado por el CONACyT, la Universidad de Guadalajara y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Agradecemos a Rafael Ordaz-Briseño por su asesoramiento experto en asuntos de la apicultura y a Arturo Castro-Castro por su supervisión durante la preparación e identificación de los ejemplares de las plantas. Una mención especial a nuestro amigo, colega investigador y coautor José Francisco Santana Michel quien falleció antes de la publicación de este trabajo.

Literatura citada:

1. Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol Evol* 2010;25(6):345-353.
2. FAOSTAT-FAO Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>. Accessed May 25,2017.
3. Kostić AŽ, Barać MB, Stanojević SP, Milojković-Opsenica DM, Tešić ŽL, Šikoparija B, et al. Physicochemical composition and techno-functional properties of bee pollen collected in Serbia. *LWT-Food Sci Technol* 2015;62(1):301-309.

4. Roulston TH, Cane JH. Pollen nutritional content and digestibility for animals. Pollen and pollination. *Pl Syst Evol* 2000;222:187-209.
5. Höcherl N, Siede R, Illies I, Gätschenberger H, Tautz J. Evaluation of the nutritive value of maize for honey bees. *J Insect Physiol* 2012;58(2):278-285.
6. Levin MD, Haydak MH. Seasonal variation in weight and ovarian development in the worker honeybee. *J Econ Entomol* 1951;44(1):54-57.
7. Wells H, Wells PH. Honey bee foraging ecology: optimal diet, minimal uncertainty or individual constancy?. *J Anim Ecol* 1983;52(3):829-836.
8. Dötterl S, Vereecken NJ. The chemical ecology and evolution of bee-flower interactions: a review and perspectives. *Can J Zool* 2010;88(7):668-697.
9. Waller GD. Modification of the OAC pollen trap. *Am Bee J* 1980;(120):119-121.
10. Kearns CA, Inouye DW. Techniques for pollination biologists. Niwot, Colorado, USA: University Press of Colorado; 1993.
11. SAGADER. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Flora nectarífera y polínifera del estado de Michoacán, México. 1999.
12. Franco OVH, Siqueiros DME, Hernández AEG. Flora apícola del estado de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. 2012.
13. SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Flora nectarífera y polínifera en el estado de Tamaulipas, México. 2003.
14. SAGADER. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Flora nectarífera y polínifera en el estado de Chiapas, México. 2000.
15. Souza-Novelo N, Barrera-Vásquez A, Suárez-Molina VM. Plantas melíferas y políniferas que viven en Yucatán. Fondo Editorial de Yucatán. 2001.
16. Cortopassi LM, Ramalho M. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo botanical and ecological views. *Apidologie* 1988;19(1):1-24.
17. Klein AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharntke T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc R Soc Lond [Biol]* 2007;274(1608):303-313.
18. Hanks LM, Paine TD, Millar JG, Hom JL. Variation among *Eucalyptus* species in resistance to eucalyptus longhorned borer in Southern California. *Entomol Exp Appl* 1995;74(2):185-194.

19. Zacharin RF. Emigrant eucalypts: gum trees as exotics. Victoria, Australia: Melbourne University Press; 1978.
20. Griffin A. Floral phenology of a stand of mountain ash (*Eucalyptus regnans* F. Muell.) in Gippsland, Victoria. Aust J Bot 1980;28(4):393-404.
21. Horskins K, Turner V. Resource use and foraging patterns of honeybees, *Apis mellifera*, and native insects on flowers of *Eucalyptus costata*. Austral Ecol 1999;24(3):221-227.
22. Castellanos PBP, Ramírez AE, Zaldivar CJM, Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Tabasco, México. Acta Zool Mex 2012;28(1):13-36.
23. Piedras GB, Quiroz GDL. Estudio melisopolinológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México. Polibotánica 2007;23:57-75.
24. Ramírez AE, Navarro CLA, Díaz CE. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. Grana 2011;50(1):40-54.
25. Ramírez AE, Martínez BA, Ramírez MN, Martínez HE. Análisis palinológico de mieles y cargas de polen de *Apis mellifera* (Apidae) de la región Centro y Norte del estado de Guerrero, México. Bot Sci 2016;94(1):141-156.
26. Ordetx GS, Zozaya RJA, Franco MW. Estudio de la flora apícola nacional. Universidad de Chapingo, México, DF 1972.
27. Villaseñor JL, Ibarra G, Ocaña D. Strategies for the conservation of Asteraceae in Mexico. Conserv Biol 1998;12(5):1066-1075.
29. Acosta CS, Quiroz GDL, Arreguín SML, Fernández NR. Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. Polibotánica 2011;(32):179-191.
30. Louveaux J. Étude expérimentale de la récolte du pollen. In: Chauvin R, editor. Traité de biologie de l'abeille, Masson et Cie, Paris, France 1968;(3):174-203.