



Artículo científico

DOI:10.5281/zenodo.10659440

Caracterización palinológica de las mieles de abejas melíferas (*Apis mellifera*) de doce municipios del departamento de La Libertad, El Salvador

Palynological characterization of honeys from honeybees (*Apis mellifera*) from twelve municipalities of the department of La Libertad, El Salvador

Araya-Amaya, C.Y.¹, Vásquez-Montenegro, J.E.¹, Ruano-Iraheta, C.E.²

Correspondencia:

carlos.ruano3@ues.edu.sv
jhana08motttn@gmail.com
carolinaaraya488@gmail.com

Presentado:

12 de diciembre de 2020
Aceptado:
28 de febrero de 2021

- 1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia, Tesista.
2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia, Docente asesor.

RESUMEN

El estudio se realizó en 12 municipios del departamento de La Libertad, El Salvador: Tamanique, Quezaltepeque, La Libertad, Santa Tecla, San Matías, Talnique, Tacachico, Tepecoyo, San Juan Opico, Jayaque, Sacacoyo y Colón. El periodo de ejecución fue desde octubre de 2017 hasta julio 2019. Comprendió fase de campo y laboratorio, la primera se realizó en el departamento de La Libertad, cuya extensión territorial es de 1,652.88km², obteniendo muestras de flores y miel. Las flores se recolectaron de 28 apiarios, realizando recorridos en línea recta en un perímetro de un kilómetro. Las muestras se trasladaron, almacenaron y refrigeraron en bolsas de papel periódico hasta ser procesadas en laboratorio. Para las muestras de miel se utilizaron frascos de plástico estériles (60ml); se recolectaron 30 gramos de miel, mantenidas a temperatura ambiente hasta su procesamiento. La segunda fase se desarrolló en el Laboratorio de Palinología de la Universidad de El Salvador, departamento de San Salvador, ambas muestras fueron procesadas con el método de acetólisis, se caracterizó la miel en monofloral y multifloral a través de la identificación de los granos de polen. Se procesaron 60 muestras de miel que correspondían a dos cosechas y 72 muestras de las especies de plantas con flores. Los principales resultados fueron la caracterización de 12 muestras de miel en monoflorales de las familias *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Myrtaceae*, y subfamilias *Papilionaceae* y *Mimosaceae* de la familia *Fabaceae*. También se caracterizaron 48 muestras de miel en multiflorales y se identificaron 21 familias por lo que 16 cantones tuvieron polen secundario, 6 polen menor intermedio y 4 polen menor. A nivel botánico en campo, se identificaron 37 familias, 100 especies y 11 géneros. Se estableció que los municipios relacionados entre sí, fueron Tacachico, La Libertad y Tamanique por las familias *Malvaceae*, *Fabaceae*, subfamilia *Mimosaceae*. Sacacoyo, Santa Tecla y Quezaltepeque, se relacionaron entre sí por las familias *Asteraceae* y *Bignoniaceae*, a través del Análisis de Componentes Principales con el 70.08% de la variación total de los datos. La principal conclusión fue la clasificación de 60 muestras de miel de 12 municipios del departamento de La Libertad, de las cuales 12 fueron monoflorales y 48 multiflorales.

Palabras claves: Melisopalínología, mieles monoflorales y multiflorales, palinoteca.

ABSTRACT

The study was conducted in 12 municipalities in the department of La Libertad, El Salvador, which included Tamanique, Quezaltepeque, La Libertad, Santa Tecla, San Matías, Talnique, Tacachico, Tepecoyo, San Juan Opico, Jayaque, Sacacoyo and Colón. The execution period of the study ranged from October 2017 to July 2019. The investigation consisted of a field and a laboratory phase. The field phase was carried out in the department of La Libertad (territorial extension 1,652.88km²), where samples of flowers and honey were obtained. The flowers were collected from 28 apiaries in straight line within a perimeter of one kilometer. The samples were transported in newspaper bags and stored under refrigeration until processing in the laboratory. Honey samples (30 g) were collected in sterile plastic bottles (60 ml) and kept at room temperature until processing. The laboratory phase was conducted in the Palynology Laboratory of the University of El Salvador. Samples were processed by the acetolysis method. The honey was characterized into monofloral and multifloral based on the identification of pollen grains. Sixty honey samples corresponding to two harvests and 72 samples of flowering plant species were processed. The main results were the characterization of 12 honey samples in monoflorals of the families *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Myrtaceae*, and subfamilies *Papilionaceae* and *Mimosaceae* of the *Fabaceae* family. Furthermore, 48 honey samples were characterized in multifloral. Twenty-one families were identified, of which 16 counties had secondary pollen, 6 intermediate minor pollen and 4 minor pollen. At the botanical level in the field, 37 families, 100 species and 11 genera were identified. It was established that the related municipalities were Tacachico, La Libertad and Tamanique for the families *Malvaceae*, *Fabaceae*, subfamily *Mimosaceae*. Sacacoyo, Santa Tecla and Quezaltepeque were related to each other by the families *Asteraceae* and *Bignoniaceae*, through the Principal Component Analysis with 70.08% of the total variation of the data. The main conclusion was the classification of 60 honey samples from 12 municipalities of the department of La Libertad, of which 12 were monofloral and 48 multifloral.

Key words: Melisopalínology, monofloral honey, multifloral honey, palinoteca.

INTRODUCCIÓN

En El Salvador la producción de miel se da durante la estación seca y se exporta el 90% a granel y el restante 10% se comercializa para consumo nacional (MAG 2003). Según la Comisión Nacional de Apicultores de El Salvador (CONAPIS), se estima que existen aproximadamente 8,000 apiarios y 75,000 colmenas, que producen entre 1,500 a 3,000 toneladas de miel, y generan unos 30,000 empleos durante la cosecha (OIRSA 2004). Los productos apícolas heredan las propiedades de las plantas de las cuales las abejas elaboran la miel, polen y propóleos, por tanto, conocer su origen botánico y geográfico permite diferenciar y certificar la producción. De esta manera buscar estrategias que incrementen su valor en el comercio nacional e internacional (Montenegro *et al.* 2009). Las plantas utilizadas como fuente de néctar por las abejas se denominan flora nectarífera, su identificación es de gran importancia para incrementar el desarrollo de la actividad apícola

(Sayas y Huamán 2009). La melisopalínología permite identificar los granos de polen contenidos en la miel, y la clasifica como monoflorales o multiflorales (Alfaro *et al.* 2007). Para dicha clasificación se elabora una fuente de referencia de polen de las especies florales (Palinoteca) que utilizan las abejas, a través de un método llamado acetólisis (Sánchez 2001). Algunos países de Latinoamérica reportan diversos estudios palinológicos que realizaron, para clasificar las mieles e identificar la floración: *México* (González *et al.* 2016), Honduras (Méndez 2006), Colombia (Corral 1984), Argentina (Tellería y Forcone 2000) y El Salvador en el que se reportan un estudio palinológico en abejas sin aguijón (Landaverde, *et al.* 2002). Por lo tanto, el presente estudio clasificó las mieles de abejas melíferas (*Apis mellifera*) de doce municipios del departamento de La Libertad, El Salvador en monofloral y multifloral, dicha clasificación se realizó por medio de la técnica de acetólisis, lo que permitió identificar las familias de las plantas de mayor importancia en la producción de miel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y duración de la investigación

La metodología de campo se llevó a cabo en 12 municipios del departamento de La Libertad, El Salvador, el cual posee una extensión territorial de 1,652.88km². La metodología de laboratorio se realizó en el departamento de San Salvador, en el Laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. La fase de campo se desarrolló de octubre de 2017 a mayo de 2018, mientras la fase de laboratorio se ejecutó de abril de 2018 a julio de 2019. Se establecieron rutas de visita y recorridos en 28 apiarios con un número mayor o igual a 30 colmenas Langstroth fijas. Las muestras obtenidas fueron de dos tipos: de miel y de plantas con flores.

Metodología de campo

Con el apoyo de un técnico del Ministerio de Agricultura y Ganadería y la colaboración de los apicultores, se realizaron cuatro visitas de campo; la primera fue para recolectar las flores (nectaríferas)

en los apiarios, por lo que se hicieron recorridos en línea recta en un perímetro de un kilómetro; las flores se trasladaron en bolsas de papel periódico y en una viñeta se detalló el nombre común de la planta recolectada, fecha y ubicación del apiario, estas muestras se mantuvieron almacenadas en refrigeración hasta el momento de ser procesadas en el Laboratorio de Palinología. La segunda visita fue para entregar dos frascos transparentes de polietileno (60 ml) estériles y con su respectiva viñeta con detalles de código único de apicultor (CUA), fecha de recolección, número de cosecha y ubicación del apiario. Se solicitó al apicultor tomar una muestra de miel de 30 gramos después del filtrado de la miel cosechada. En la tercera visita se recolectaron las muestras de miel de dos cosechas, la primera de los meses de noviembre a diciembre con un total de 35 muestras y la segunda de enero a febrero con un total de 25 muestras. Para el municipio de Quezaltepeque las muestras de miel se recibieron en la sede de CONAPIS debido a la inseguridad social de la zona. Para la última visita se registraron las coordenadas geográficas de los apiarios con equipo GPS Marca Garmin® Modelo GPSmap 60CSx (Figura 1).

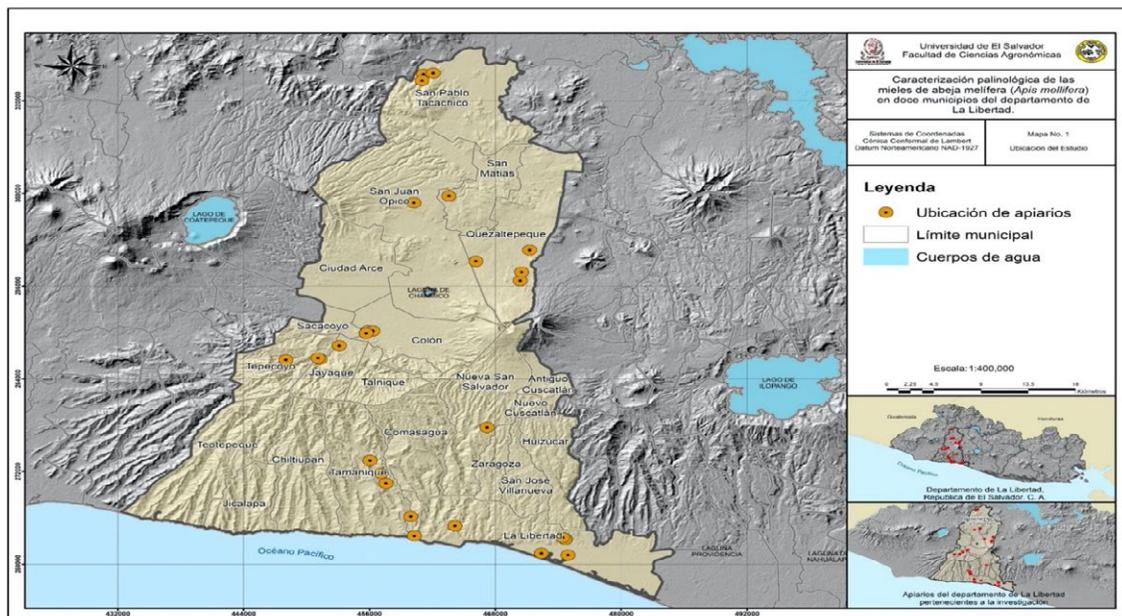


Figura 1. Municipios del departamento de La Libertad donde se realizó la fase de campo.

Metodología de laboratorio

Se procesaron 60 muestras de miel con el método de acetólisis y se elaboraron 480 laminillas para caracterizar las mieles de los 12 municipios del departamento de La Libertad en monofloral y multifloral. Para las plantas con flores fueron procesadas 72 muestras con el método de acetólisis, y se elaboraron 144 laminillas permanentes, con las que se formó la palinoteca de referencia que se utilizó en la caracterización de la miel. La observación de los granos de polen de ambas muestras se realizó con Microscopio óptico con objetivos 40X y 100X. El procedimiento fue con base a la marcha de laboratorio de Sánchez (2001) y se desarrolló diluyendo 20 gramos de miel y 8 ml de agua destilada en 4 tubos de ensayo, los cuales se sometieron a un proceso de centrifugado por 5 minutos a 3000 rpm, luego se decantaron y se colocaron 5 ml de ácido acético glacial en cada tubo, se centrifugaron y decantaron nuevamente, adicionándose 5ml de la solución de acetólisis, anhídrido acético (9 partes) y ácido sulfúrico (1 parte), se calentaron durante seis minutos en baño maría seco a una temperatura de 100°C, hasta que se obtuvo un viraje de color café claro a oscuro, inmediatamente se centrifugaron y decantaron en un beaker de 600ml (dentro de la capilla extractora de gases), se les realizaron dos lavados con agua destilada y se colocó 5ml a cada tubo, luego se centrifugaron y decantaron por el desagüe de una pila de concreto. Para lubricar e hidratar los granos de polen, se añadieron 3 ml de glicerol a cada tubo. Se centrifugaron, decantaron y cubrieron de la luz por 24 horas. Las muestras de flores se procesaron con el mismo método de acetólisis. Con la diferencia que se disecaron y separaron las anteras para sumergirlas en una solución jabonosa (1 parte de jabón con 9 partes de agua) con el fin de hidratarlas para obtener el grano de polen, colocándose en un mortero para macerar las anteras y filtrar con agua destilada (20 ml) con un Tamiz de 60 µm. Este filtrado se recolectó en un beaker de 150 ml., colocándolo en 2 tubos de ensayo, los cuales se pesaron en Balanza semianalítica a volúmenes iguales para ser centrifugados por 5 minutos a 3000 rpm, luego se realizó la acetólisis. La neutralización del ácido

residual de las muestras se hizo con dos kilogramos de Sodio Hidróxido Escamas de uso industrial.

La elaboración de las laminillas de ambas muestras consistió en cortar una pequeña porción de jalea de glicerina con una aguja especial, esta porción se frotó en el interior del tubo que contenía los granos de polen, para luego colocarla en la parte central en un portaobjetos de 7.5 cm x 2.5 cm con ayuda de una plantilla. El portaobjetos con los granos de polen se calentó suavemente en un Hot Plate hasta volverse líquida. Se colocaron dos pequeñas porciones de plastilina en puntos equidistantes a la posición de la muestra. El cubreobjetos de 22x22 mm se colocó sobre la muestra presionando suavemente cada punto de la plastilina. Un costado de la laminilla se cubrió con una pequeña porción de parafina y se calentó dejándola escurrir hasta embeber toda la laminilla, quedando sellada la muestra. La identificación de las plantas con flores se realizó con ayuda de un especialista del Jardín Botánico, Plan de la Laguna, municipio de Antigua Cuscatlán, departamento de La Libertad. Las plantas fueron identificadas por familia y especie a nivel botánico y de campo, y a nivel de laboratorio solo se identificaron familias de flores en la miel. Se registró el número de plantas por municipio, para obtener las principales familias distribuidas en los 12 municipios. La identificación de los granos de polen de la palinoteca se realizó a través de la observación al microscopio de cada una de las 144 laminillas.

Se utilizaron libros de referencia de granos de polen de autores como Roubik & Moreno (1991), Chávez, *et al.* (1991), Landaverde (2001) y Girón (1996), para verificar y confirmar que los granos de polen pertenecieran a las familias de las especies de flores identificadas; una vez realizado este trabajo se procedió a caracterizar la miel.

Para la Identificación de granos de polen en la miel se utilizó: un microscopio óptico con objetivos 4X, 10X, 40X y 100X, la palinoteca elaborada durante la investigación, los libros de referencia de polen de Roubik & Moreno (1991), Chávez, *et al.* (1991), Girón (1996), el catálogo y Palinoteca de Granos de

Polen del Noroeste de Chalatenango del Laboratorio de Palinología y la Palinoteca del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de la Unidad de Inocuidad Apícola. Con dichas herramientas de referencia, se procedió a observar al microscopio los granos de polen, y se compararon con cada polen de las especies de plantas, esto permitió identificar a su familia, además se realizó el conteo de 100 granos de polen de cada una de las 60 muestras de miel. Los granos de polen se encontraban distribuidos en 8 laminillas, se observaron 280 laminillas para la primera cosecha y 200 laminillas para la segunda cosecha, lo que sumó un total de 480 laminillas. Posteriormente, se agruparon las familias de las plantas con flores identificadas en las frecuencias de clase del análisis melisopalínológico de Louveaux *et al.* (1978), citado por Sánchez (2001), el cual indicó como polen predominante un porcentaje mayor o igual 45%, polen secundario 16-45%, polen menor intermedio 3-15% y como polen menor un 3%. Esto permitió establecer el origen botánico de las mieles, es decir, la caracterización palinológica de la miel como monofloral o uniflorales cuando el polen fue predominante y en mieles poliflorales o multiflorales cuando hubo muchos tipos de polen, ya fuere secundario, intermedio o menor.

Metodología estadística

La investigación fue de tipo descriptiva, el departamento de La Libertad se seleccionó por presentar una mayor producción de miel (343,486 kilogramos) según IV Censo Agropecuario del 2007. La caracterización de la miel se hizo con porcentajes totales y frecuencias fijas de clase, además se utilizó el Análisis de Componentes Principales, métodos multivariantes que resume un conjunto amplio de variables en un número reducido de nuevas variables, y explica la variabilidad existente en los datos con la mínima pérdida de información¹. Para calcular el tamaño de muestra de miel, se tomó el número de apiarios de los doce municipios, 110 apiarios, y se implementó una fórmula estadística, para poblaciones conocidas. Según Bonilla (2000), en donde: $n = Z^2 \sigma^2 N / (N-1) E^2 + Z^2 \sigma^2$. Se obtuvieron

un total de 26 muestras de miel por cosecha. Las variables en estudio fueron cuatro: Granos de Polen Predominantes ($\geq 45\%$) para Miel Monofloral, Granos de Polen Secundarios o Dominados (16 a 45%) para Miel Multifloral además incluyó al Polen Menor Intermedio (3-15%) y Polen Menor ($\leq 3\%$) según Sánchez (2001). Para la identificación botánica de las familias de plantas con flores, se elaboró un listado con el número de plantas con flores de los 12 municipios y se identificaron las familias más abundantes. Y finalmente se definió la relación existente entre municipios y familia de plantas con flores, para determinar si los municipios eran similares en razón de presentar las mismas familias, para ello se utilizó el análisis de Componentes Principales y programa estadístico Past versión 3.25.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Granos de polen predominantes

Se caracterizaron 12 muestras de miel como monoflorales pertenecientes a cinco municipios del departamento de La Libertad. El municipio de Quezaltepeque con cinco muestras, seguido por el municipio de La Libertad con tres, Sacacoyo con dos muestras y los municipios de Jayaque y Talnique con una muestra monofloral. Identificándose a las familias *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Myrtaceae* y subfamilias *Papilionaceae* y *Mimosaceae* de la familia *Fabaceae*; las cuales presentaron porcentajes mayores a 45 (Cuadro 1).

El 66.7% de la miel correspondió a la primera cosecha de noviembre de 2017 a enero de 2018 y el 33.3% fue de la segunda cosecha, de febrero a marzo de 2018. La familia *Asteraceae* fue la que presentó mayores porcentajes, posiblemente por la abundancia de las plantas de esta familia y que presentan flores de fácil acceso a las abejas, por lo tanto, la preferencia por esta familia pudo deberse a factores tales como la morfología floral y la diversidad de especie (Insuasty *et al.* 2015). Boada & Cogua (2011) consideraron que cuando una abeja encuentra una fuente rica en néctar o polen continúa utilizando dicha fuente hasta que se agota o descubre otra más productiva como lo citó

Insuasty *et al.* (2015). Faricelli *et al.* (2004) citado por Insuasty *et al.* (2017) reportó que la familia *Fabaceae*, es predominantemente entomófila (polinizadas por insectos) y constituye la principal fuente de néctar y polen para las abejas. Como se ve reflejado en los

resultados ya que las subfamilias *Papilionaceae* y *Mimosaceae* pertenecen a dicha familia. González *et al.* (2016) menciona que las familias *Leguminosaceae* (*Fabaceae*) y *Asteraceae* son preferidas por las abejas ya que les proporcionan en su mayoría polen y néctar.

Cuadro 1. Clasificación botánica de mieles monoflorales

GRANOS DE POLEN PREDOMINANTES DE CINCO MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD (%)									
Familia	QUEZALTEPEQUE					LA LIBERTAD	TALNIQUE	SACACOYO	JAYAQUE
	Cantones					Melara	El Transito	Sacacoyo	Las Flores
	Tacachico	Primavera	Macance	Las Lajas	El Volcán				
Asteraceae	82.24	54.81	67.35	81.82	-----	65.67	54.55	52.38	-----
Boraginaceae	-----	-----	-----	-----	52.83	-----	-----	-----	-----
Myrtaceae	-----	-----	-----	-----	-----	49.18	-----	-----	-----
Mimosaceae	-----	-----	-----	-----	-----	45.13	-----	-----	-----
Papilionaceae	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	55.56	58.14

Granos de polen secundarios o dominados

Se clasificaron 48 muestras de miel como multiflorales (80 % del total de muestras) en los municipios de Tamanique, Quezaltepeque, La Libertad, Santa Tecla, San Matías, Talnique, Tacachico, Tepecoyo, San Juan Opico, Jayaque y Colón, y se identificaron 21 familias (Cuadro 2). Las familias *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Poaceae* y la subfamilia *Papilionaceae* de la familia *Fabaceae*, presentaron un mayor porcentaje a nivel de municipios. Y las familias *Melastomataceae*, *Rubiaceae*, subfamilia *Caesalpinioideae* (*Fabaceae*), *Rutaceae*, *Muntingiaceae*, *Verbenaceae*, *Pinaceae*, *Cochlospermaceae* y *Cucurbitaceae* presentaron un menor porcentaje. Se obtuvieron 19 muestras con mieles multiflorales de polen secundario (16-45%) en 16 cantones pertenecientes a los municipios de Tacachico (1), Talnique (1), San Matías (1), Santa Tecla (1), La Libertad (3), Quezaltepeque (5), Tamanique (2), Tepecoyo (1), San Juan Opico (3) y Jayaque (1). Siete muestras de miel multifloral con polen menor Intermedio (3-15%) en seis cantones de los municipios de Tamanique (1), La Libertad (1), Tacachico (3), Tepecoyo (1) San Juan Opico (1). Y seis muestras de miel multifloral con polen Menor (< 3%)

en cuatro cantones de los municipios de Colón (2), Quezaltepeque (1), Tacachico (2) y Jayaque (1). Sáenz (1978) citado por Zaldívar, *et al.* (2013) considera que aquellas mieles encontradas como multiflorales, provienen de zonas donde existe una gran variedad de recursos florales y las abejas no tienen preferencia de una sola especie, por lo que recursos representados de más del 10%, son considerados las fuentes más importantes de polen o néctar. Según González, *et al.* (2016) las familias de plantas con mayor diversidad, en análisis Melisopalinológicos, son las *Asteraceae*, *Leguminosaceae* y *Convolvulaceae*. Corral (1984) manifestó que al parecer las familias que son las más visitadas en busca de polen y/o néctar son las *Mimosáceas*, *Compositae*, *Rutáceas* y *Boragináceas*. Estos datos concuerdan con los resultados, ya que en las mieles multiflorales están presentes en siete familias. Méndez (2006) reportó en Honduras el análisis de 62 muestras de miel procedentes de 5 departamentos, en los cuales encontraron 46 muestras de miel multifloral (74%). Dato muy similar al del resultado reportado, ya que se caracterizaron 48 muestras de miel como multiflorales en este estudio (80%). Philippe (1989) citado por Castillo (2002) mencionó que la capacidad melífera varía con

la familia, género, especie y variedad, en algunos casos, se ve afectada la producción de néctar con factores como: abonado, disponibilidad de agua en el suelo, humedad relativa, hora del día, clima, estado sanitario, altitud e incluso latitud. Para una variedad dada, la cantidad de néctar segregada es

la resultante del grado de absorción mineral y de su actividad fotosintética. Posiblemente estos factores fueron la razón del porque se encontró polen menor en las mieles multiflorales de cuatro cantones de este estudio.

Cuadro 2. Porcentaje de familias por municipio en mieles multiflorales

Granos de polen secundario, intermedio y menor de once municipios del departamento de La Libertad (%)											
Familia	Municipios										
	Tamanique	Quezaltepeque	La Libertad	Santa Tecla	San Matías	Talnique	Tacachico	Tepecoyo	Opico	Jayaque	Colón
<i>Asteraceae</i>	12.9	9.45	8.91	10.52	14.28	18.43	9.87	11.11	12.54	13.3	0.06
<i>Amaranthaceae</i>	0	6.75	2.97	5.26	0	18.1	3.7	0	8.33	6.66	0
<i>Bignoniaceae</i>	12.9	6.75	6.93	5.26	14.28	0	6.17	11.11	4.16	6.8	0
<i>Boraginaceae</i>	6.45	9.45	8.91	10.52	14.28	18.1	7.4	11.11	10.41	6.66	0.06
<i>Combretaceae</i>	6.45	4.05	4.95	10.52	14.28	0	7.4	0	8.33	0	0
<i>Convolvulaceae</i>	3.22	4.12	5.94	0	14.28	9.09	11.19	0	6.25	6.66	0
<i>Cochlospermaceae</i>	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cucurbitaceae</i>	0	1.35	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caesalpinioideae</i>	0	2.7	1.98	5.26	0	0	1.23	0	0	0	0
<i>Mimosaceae</i>	12.9	10.81	8.91	0	0	0	8.64	0	8.33	6.66	0
<i>Papilionaceae</i>	9.71	10.81	9.94	10.52	14.32	9.09	11.11	11.11	10.41	6.66	0
<i>Poaceae</i>	12.9	10.81	9.84	10.52	14.28	18.1	11.11	22.22	12.5	6.66	0.12
<i>Malvaceae</i>	3.22	2.7	4.95	5.26	0	0	4.93	0	6.25	0	0
<i>Malpighiaceae</i>	0	1.35	2.97	5.26	0	9.09	3.7	0	2.08	6.66	0
<i>Melastomataceae</i>	6.45	2.7	1.95	0	0	0	1.23	0	0	13.3	0
<i>Myrtaceae</i>	12.9	9.45	7.92	5.26	0	0	6.17	11.12	6.25	6.66	0.06
<i>Muntingiaceae</i>	0	0	0.99	5.26	0	0	1.23	0	0	0	0
<i>Pinaceae</i>	0	0	2.97	0	0	0	0	0	2.08	0	0
<i>Polygonaceae</i>	0	0	0	0	0	0	2.46	11.11	0	0	0.06
<i>Ranunculaceae</i>	0	1.35	5.94	0	0	0	0	11.11	2.08	6.66	0
<i>Rubiaceae</i>	0	1.35	1.98	0	0	0	2.46	0	0	6.66	0
<i>Rutaceae</i>	0	1.35	0.99	5.32	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbenaceae</i>	0	1.35	0	5.26	0	0	0	0	0	0	0

Identificación botánica de las familias de plantas con flores

La identificación botánica de las plantas con flores fue de 100 ejemplares, y se obtuvieron como resultado 37 familias, 11 géneros y 100 especies, de las cuales 72 se encuentran en la palinoteca elaborada, y se encontraron dos especies en peligro (*Dalbergia chontalensis* y *Dalbergia melanocardium*) y dos amenazadas (*Diphysa americana* y *Leucaena shannonii*) según MARN (2015). De las 36 familias identificadas, solo 21 familias se observaron a nivel de laboratorio en las mieles monoflorales y multiflorales por lo que existe una estrecha relación entre las flores de los alrededores de los apiarios con respecto a lo caracterizado en las mieles. Las familias *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Fabaceae*, *Bignoniaceae*, *Convolvulaceae*, subfamilias *Mimosaceae*, *Papilionaceae* (*Fabaceae*), *Rubiaceae*, *Malvaceae* y *Anacardiaceae* fueron las principales plantas con flores con mayor frecuencia en los 12 municipios del departamento de La Libertad. Una investigación realizada por Zaldívar *et al.* (2013) en Chiapas, México, asegura que la familia *Anacardiaceae* es parte de la flora apícola por observaciones de campo en regiones tropicales y que en ocasiones se encuentra en la miel ($\geq 10\%$). A pesar de haber sido identificada a nivel botánico y de campo la familia *Anacardiaceae* no fue identificada a nivel de laboratorio en las muestras de mieles caracterizadas. Castellanos *et al.* (2012) manifestaron que en México la mayor parte de la flora apícola se basa en observaciones de campo y entrevistas con apicultores, sobreestimando el valor real de la flora apícola, por el carácter subjetivo de cada observador, trabajos realizados reportan hasta 100 especies o más. En contraste con estudios melisopalínológicos que demuestran un número reducido de especies, hasta 26 especies de importancia apícola según la región. Todo esto tiene similitud con el resultado obtenido en campo y a nivel botánico. Aguilera & Alvarado (1988) reportaron 18 familias, 41 especies y 33 géneros, con importancia apícola, en tres departamentos de El Salvador: La Libertad, Cuscatlán y la zona limítrofe entre Sonsonate y Santa Ana. De las 18 familias,

doce pertenecían a la familia *Leguminosaceae* y siete de ellas a la subfamilia *Papilionaceae*, lo que indicó que esta familia es la más numerosa, seguidas de las familias *Bignoniaceae*, *Myrtaceae* y *Rutaceae* como fuentes de néctar y como potenciales plantas para cultivarse y propagarse en reforestaciones en el país. También reportaron para las familias *Polygonaceae*, *Combretaceae*, *Convolvulaceae*, subfamilia *Caesalpinioideae* y *Mimosaceae* de la familia *Fabaceae*, resultados similares a las familias identificadas a nivel de laboratorio como a nivel de campo y de identificación botánica.

Relación existente entre municipios y familias de plantas con flores

El componente principal uno explica el 59.79% de la variación total existente en los datos, mientras que el componente principal dos explica el 10.29% de la variación de los datos, ambos componentes principales explican el 70.08% (30% lo explican 10 componentes principales) de la variación total existente en los datos. Como el porcentaje de variación explicada es alto, las dimensiones necesarias para representar el análisis de éstos son dos componentes principales (columnas = municipios y filas = familias). En ese sentido, las variables (municipios) que tienen mayor peso en la construcción del componente principal uno, fueron: San Juan Opico, San Pablo Tacachico, Tamanique, La Libertad, San Matías y Talnique. Mientras que para el componente principal dos fueron los municipios de: Sacacoyo, Santa Tecla y Quezaltepeque. En la representación gráfica de la relación entre municipios y familias de las plantas (Figura 2), se observó que los municipios de San Pablo Tacachico, La Libertad y Tamanique están relacionados entre sí por el tipo de flores de las familias *Fabaceae* (Fab), subfamilia *Mimosaceae* (Mim), *Malvaceae* (Mal) y *Anacardiaceae* (Ana). El municipio de San Juan Opico se caracterizó por el tipo de flores de la familia *Boraginaceae* (Bor), subfamilia *Papilionaceae* (Pap) y *Rubiaceae* (Rub). En la parte superior derecha del gráfico, se observó que los municipios Sacacoyo, Santa Tecla y Quezaltepeque están relacionados entre sí por el tipo de flores de la familia *Asteraceae* (Ast), *Bignoniaceae* (Big). Y en la

parte izquierda de la Figura 2, se observaron familias de plantas en menor cantidad en los municipios

muestreados.

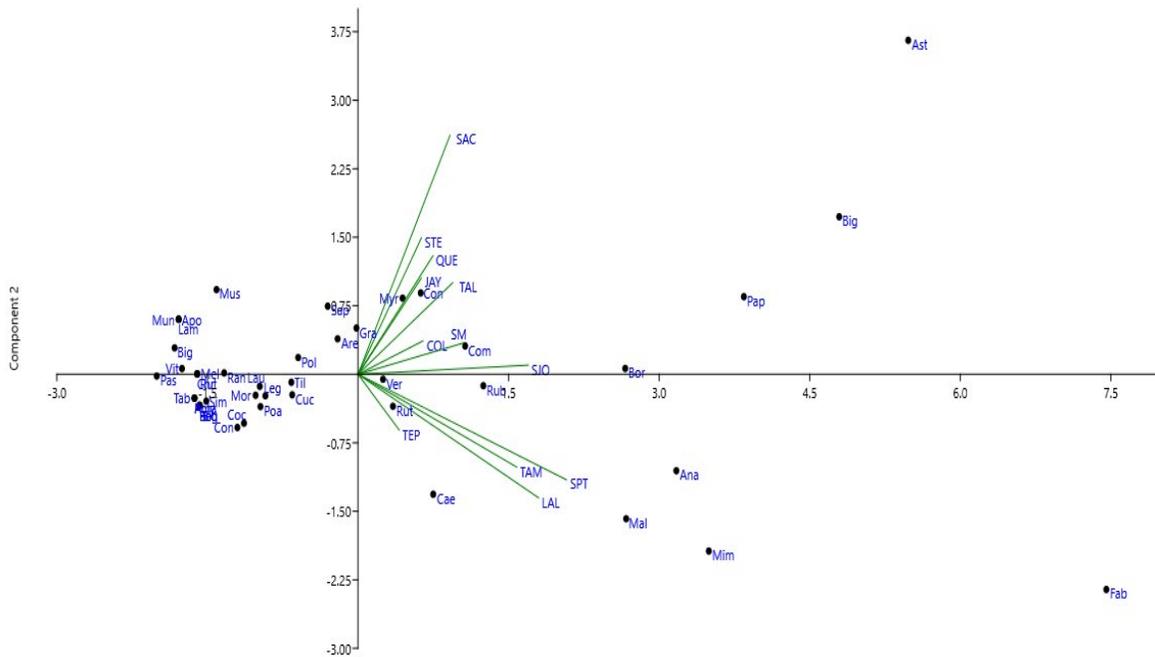


Figura 2. Representación gráfica de la relación entre municipios y las familias de las plantas.

Los municipios (líneas verdes) se relacionan por la cercanía que hay entre ellos y con las familias de las flores, por la distancia. SAC= Sacacoyo. TAL= Talnique. COL= Colón. JAY= Jayaque. LAL= La Libertad. QUE= Quezaltepeque. SJO = San Juan Opico. SM= San Matías. SPT= San Pablo Tacachico. STE= Santa Tecla. TAM= Tamanique. TEP= Tepecoyo.

Jacinto *et al.* (2016), utilizaron el análisis de componentes principales (ACP) en la clasificación melisopalinológica de mieles de *Apis mellífera* en seis municipios del estado de Tabasco, México. Colectaron 38 muestras de miel, de las cuales clasificaron 9 en monoflorales, 22 en multiflorales y 7 en biflorales, además identificaron 37 tipos polínicos de importancia apícola. Al realizar el ACP, obtuvieron dos componentes principales (columnas municipio y filas tipos polínicos) que explican el 65% de la variación, por lo que hubo afinidad en dos municipios por las familias Bursaceae y Moraceae. Además, tres de los municipios compartieron preferencia por las familias Fabaceae, Myrtaceae y Polygonaceae y solo un municipio mostró una clara diferencia con los cinco municipios antes mencionados. Esta investigación fue similar por la relación existente entre tres municipios con la familia Fabaceae. También, por la presencia de las familias Myrtaceae

y Polygonaceae.

CONCLUSIONES

Se clasificaron 60 muestras de miel de doce municipios del departamento de La Libertad, de las cuales 12 fueron monoflorales y 48 resultaron multiflorales.

Las muestras de miel que se caracterizaron como monoflorales presentaron granos de polen de las familias *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Myrtaceae*, subfamilia *Papilionaceae* y *Mimosaceae* de la familia *Fabaceae*.

En las mieles multiflorales se encontraron granos de polen de las familias *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Poaceae*, subfamilia *Papilionaceae* (*Fabaceae*), *Myrtaceae*, *Bignoniaceae*, *Convolvulaceae*, subfamilia *Mimosaceae* (*Fabaceae*), *Combretaceae*, *Amaranthaceae*, *Malpighiaceae*, *Polygonaceae*,

Malvaceae, *Ranunculaceae*, *Melastomataceae*, *Rubiaceae*, subfamilia *Caesalpinioideae* (*Fabaceae*), *Rutaceae*, *Muntingiaceae*, *Verbenaceae*, *Pinaceae*, *Cochlospermaceae* y *Cucurbitaceae*.

Las 48 muestras de miel clasificadas como multiflorales provienen de: 16 cantones (polen secundario), seis cantones (polen intermedio) y cuatro cantones (polen menor).

En los doce municipios del departamento de La Libertad se identificaron a nivel botánico 37 familias, 11 géneros y 100 especies.

Los municipios Tacachico, La Libertad y Tamanique están relacionados entre sí por las familias *Malvaceae*, *Fabaceae* y subfamilia *Mimosaceae* (*Fabaceae*). También, los municipios Sacacoyo, Santa Tecla y Quezaltepeque se encuentran relacionados entre sí por la familia *Asteraceae* y *Bignoniaceae*. El municipio de San Juan Opico no tuvo relación con otros municipios y está caracterizado por el tipo de familia *Boraginaceae*, *Rubiaceae*, *Fabaceae* y subfamilia *Papilionaceae* (*Fabaceae*). Los municipios que no se relacionaron entre sí fueron San Matías, Talnique, Tepecoyo, Jayaque y Colón.

AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. Lídice Portal, Técnico Apícola del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) y Apicultor del municipio de Santa Tecla.

Señores Apicultores del departamento de La Libertad, Miembros de la Comisión Nacional de Apicultores de El Salvador y Seccional San Andrés.

Ing. Agr. Jorge Herrera Nosthas, Gerente General de CONAPIS (Comisión Nacional de Apicultores de El Salvador) y Apicultor del municipio de Tamanique.

Ing. Agr. Roberto Perdomo, Coordinador de Plantas de la División de Inocuidad de Productos de Origen Animal DIPOA-MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería).

Lic. Paulo Galán, del Jardín Botánico Plan de La

Laguna, Antiguo Cuscatlán, La Libertad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro Bates, RG; Ortiz Díaz, JJ; González Acereto, JA. 2007. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Plantas melíferas: Melisopalínología. (en línea). Yucatán, México. Consultado 13 junio. 2019. Ficha técnica. Disponible en: <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap7/06%20Plantas%20melíferas%20melisopalínología.pdf>
- Aguilera, PC; Alvarado, MD. 1988. Especies nectaríferas con importancia apícola en tres áreas de la república de El Salvador y determinación de porcentaje de azúcar en el néctar. Universidad de El Salvador. Ciudad Universitaria, San Salvador. Tesis. p.1-92.
- Bonilla, G. 2000. Estadística II. Métodos prácticos de inferencia estadística. 5ed. San Salvador, El salvador. UCA Editores. Colección textos Universitarios. V 17. p.86-92.
- Castellanos Potenciano, BP; Ramírez Arriaga, E; Zaldívar Cruz, JM. 2012. Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellífera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Tabasco, México. (en línea). Acta Zoológica Mexicana. México. UNAM. Consultado 14 ene 2020. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v28n1/v28n1a2.pdf>
- Castillo Dominichetii, SE. 2002. Efecto de la distancia de las colmenas de abejas (*Apis mellífera*) a los árboles del Palto (*Persea americana* Mill) y efecto de un segundo ingreso de colmenas de abejas al huerto de Paltos, sobre el número de abejas encontradas en las flores de Palto. (en línea). Quillota, Chile. Estación Experimental de la Facultad de Agronomía. 81 P. Consultado el 24 de enero 2020. Disponible en http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/A-B-C/CastilloSergio2002.pdf
- Chávez Palacios, R; Wiechers Ludlow, B; Villanueva G, R. 1991. Flora palinologica de la reserva de la biosfera de Sian ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigación de Quintana Roo.

- Proyecto Regional de Meliponicultura PRM UNA-RUU. México D.F. p.26-136.
- Corral M, BH. 1984. Análisis polínico en muestras de miel de abejas en algunas regiones del departamento de Antioquia. Colombia. Actualidades Biológicas. V 13. N°49., 57-65p.
- Girón Vanderhuck, M. 1996. Melitopalínología. "Recolección de polen y néctar por *Apis Mellifera* en algunas especies de plantas silvestres y cultivadas del municipio de Salgar (Antioquia)". Quindío, Colombia. COLCIENCIAS Universidad del Quindío. 185p.
- González Sandoval, R; Catalán Hevarástico, C; Domínguez Márquez, VM; León, L; Hernández Castro, E; Nava, DA; Cruz Lagunas, B; Palemón, FA. 2016. Análisis Palinológico de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: apidae) en cuatro municipios del estado de Guerrero. (en línea). México. Universidad Autónoma de Yucatán. 20p. Consultado 10 de agosto de 2019. Tesis Maestría. Disponible en: <http://promepca.sep.gob.mx/archivosCA/7186-UAGRO-CA-117-2017-1-57603.pdf>
- Insuasty, E.G; Martínez Benavides, J.; Jurado Gámez, H. 2015. Evaluación del proceso productivo apícola, basado en la caracterización Etológica de la abeja (*Apis mellifera*). (en línea). Colombia. Veterinaria y Zootecnia. V. 9. N°1. P 1-15. Consultado 21 septiembre de 2019. Documento. Disponible en: <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/index.php/english-version/91-coleccion-articulos-espanol/159-evaluacion-del-proceso-productivo-apicola>
- Insuasty S, E; Martínez B, J; Jurado G, H. 2017. Determinación Melisopalínología de miel de abeja melífera producida con flora de clima frío, principalmente *Trifolium repens* L. (en línea). Pasto, Colombia. Veterinaria y Zootecnia. V 11. N°1. P 74-82. Consultado 21 septiembre de 2019. Documento. Disponible en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/index.php/english-version/91-coleccion-articulos-espanol/225-determinacion-melisopalínologica-de-miel>
- Jacinto Pimienta, SY; Mendoza Hernández, JHR; Zaldívar Cruz, JM; Sánchez, AS; Vargas Villamil, M; Reyes Sánchez, CA. 2016. El uso de componentes principales en la clasificación melisopalínológica de las mieles de *Apis mellifera* L. (en línea). México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. N°14. Consultado 15 oct. 2019. Publicación especial. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001002831
- Landaverde, V. 2001. Catálogo de Granos de Polen del Noroeste de Chalatenango. Universidad de El Salvador. Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales. Programa Regional de Apicultura y Meliponicultura. PROMABOS. San Salvador, El Salvador. 15p.
- Landaverde, V; Sánchez, L; Ruano, C; Smeets, M. 2002. Dominancia temporal de polen de plantas nectapoliníferas colectadas por *Melipona beecheii* en El Salvador y de plantas polinífera por *Tetragonisca angustula* y *M. beecheii* en Costa Rica. PROMABOS/CINAT/UES. El Salvador. 5p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2003. Diagnóstico de los Recursos Zoogenéticos en El Salvador. (en línea). Oficina de Políticas y Estrategias. División de Análisis Estratégicos. El Salvador. P.68 Consultado 07 julio 2019. Documento. Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/011/a1250f/annexes/CountryReports/El Salvador.pdf>
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2015. Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción. (en línea). Diario Oficial No. 103. Tomo No. 383. San Salvador, El Salvador. P 16-21. Consultado 14 julio 2020. Disponible en: <http://cidoc.marn.gob.sv/documentos/listado-oficial-de-especies-de-vida-silvestre-amenazadas-o-en-peligro-de-extincion/>
- Méndez, K. 2006. Análisis Melisopalínológico de mieles de cinco departamentos de Honduras. (en línea). Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Zamorano, Honduras. 92 p. Consultado 26 septiembre 2019. Tesis. Disponible

- En: https://_bdigital._zamorano._edu/bitstream/11036/994/1/IAD-2006-T017.pdf
- Montenegro, G; Ortega, X; Rodríguez, S. 2009. Producciones de mieles en Chile: Manejo de Apiarios, diferenciación Botánica y propiedades Biológicas. N, Aedo; P, Estay; R, Maturana; G, Barros. Grafica Lom. Santiago Chile. p.93-99.
- OIRSA. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2004. Manual de Buenas Prácticas Apícolas para la producción de miel. (en línea). San Salvador, El Salvador, Centro América. 29P. Consultado 24 enero 2020. Disponible en: file:///C:/Users/_ELY/Downloads/Manual%20de%20Buenas%20Practicas_%20en_%20la%20Produccion%20Primaria%20en%20Apicultura.pdf
- Roubik, DW; Moreno P, JE. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island, Panama. Smithsonian Tropical Research Institute (STRI). Balboa, Panamá. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden. V 36. p.153-249.
- Sánchez C, LA. 2001. Métodos Palinológicos. Universidad de El Salvador. Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales. Programa Regional de Apicultura y Meliponicultura. Curso de capacitación: personal de PROMABOS. San Salvador, El Salvador. 15p.
- Sayas, RR; Huamán, ML. 2009. Determinación de la flora polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. (en línea). Documento. Lima, Perú. Ecología Apícola. V8. N°2. P 53-59. Consultado el 10 de agosto 2019. Disponible. En: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162009000100007&script=sci_abstract
- Tellería, MC; Forcone, A. 2000. Caracterización Palinológica de las mieles de la llanura del río Senguer. (en línea). Tesis Posgrado. Argentina. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. P 267-268. Consultado 10 de agosto 2019. Disponible en: <file:///home/pc21/Descargas/172-345-1-SM.pdf>
- Zaldívar Cruz, JM; Córdova Córdova, CI; Ramírez Arriaga, E; Martínez Hernández, E. 2013. Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante Técnicas Melisipalinológicas. (en línea). Artículo. México. Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo. P 163-178. Consultado 14 ene 2020. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000200006