

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Caracterización palinológica de las mieles de abejas melíferas (*Apis mellífera*) de doce municipios del departamento de La Libertad

POR

Johanna Esther Vásquez Montenegro

Carolina Yamileth Araya Amaya

Ciudad Universitaria, 25 de agosto de 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



Caracterización palinológica de las mieles de abejas melíferas (*Apis mellífera*) de doce municipios del departamento de La Libertad

POR

Johanna Esther Vásquez Montenegro

Carolina Yamileth Araya Amaya

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Ciudad Universitaria, 25 de agosto de 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

Lic. M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado

SECRETARIO GENERAL

Ing. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

Dr. Ing. Agr. Francisco Lara Ascencio

SECRETARIO

Ing. Agr. Balmore Martínez Sierra

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Ing. Agr. M.Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz

DOCENTE DIRECTOR

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta

Resumen

La investigación se desarrolló en fase de Campo y Laboratorio. La primera, se llevó a cabo en el departamento de La Libertad en doce municipios, en los meses de octubre de 2017 a mayo de 2018. Y la segunda, en la Universidad de El Salvador, departamento de San Salvador, en los meses de Julio de 2018 hasta Julio de 2019. La metodología consistió en recolectar y procesar dos tipos de muestras; flores y miel. Para el caso de las flores se almacenaron en bolsas de papel periódico manteniéndolas en refrigeración y para las muestras de miel se utilizaron frascos de plástico grado alimenticio, estériles, con capacidad de 60 ml, manteniéndose a temperatura ambiente. En total se recolectaron 60 muestras de miel que correspondían a dos cosechas de miel y, de las especies florales se procesaron 72 muestras. Ambas muestras fueron procesadas con el método de acetólisis, para caracterizar la miel de abejas melíferas en monofloral y multifloral a través de la identificación de los granos de polen. 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 identificándose 21 familias por lo que 16 cantones tuvieron polen secundario, 6 polen menor intermedio y 4 polen menor. A nivel botánico y de campo, se identificaron 37 familias, 100 especies y 11 géneros. También 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*. La principal conclusión fue la clasificación de 60 muestras de miel de doce municipios del departamento de La Libertad, de las cuales 12 fueron monoflorales y 48 multiflorales.

Palabras claves: Análisis Melisopalinológico, Mieles Monoflorales y Multiflorales, departamento de La Libertad, Palinoteca.

ABSTRACT

The research was carried out in the field and laboratory phase. The first was carried out in the department of La Libertad in twelve municipalities, in the months of October 2017 to May 2018. And the second, in the University of El Salvador, department of San Salvador, in the months of July. from 2018 to July 2019. The methodology consisted of collecting and processing two types of samples; flowers and honey. In the case of the flowers, they were stored in newspaper paper bags keeping them refrigerated and for the honey samples, food-grade plastic bottles were used, sterile, with a capacity of 60 ml, keeping at room temperature. In total, 60 honey samples corresponding to two honey harvests were collected and, from the floral species, 72 samples were processed. Both samples were processed with the method of acetolysis, to characterize honey from honey bees in monofloral and multifloral through the identification of pollen grains. The main results were the characterization of 12 honey samples in monoflorals of the families Asteraceae, Boraginaceae, Myrtaceae, and Papilionaceae and Mimosaceae subfamilies, of the Fabaceae family. 48 honey samples were also characterized in multiflorals, 21 families were identified, so that 16 cantons had secondary pollen, 6 minor intermediate pollen and 4 minor pollen. At the botanical and field level, 37 families, 100 species and 11 genera were identified. It was also established that the related municipalities were Tacachico, La Libertad and Tamanique by the families Malvaceae, Fabaceae, subfamily Mimosaceae. Sacacoyo, Santa Tecla and Quezaltepeque were related to each other by the Asteraceae and Bignoniaceae families. The main conclusion was the classification of 60 honey samples from twelve municipalities in the department of La Libertad, of which 12 were monofloral and 48 multifloral.

Keywords: Melisopalynological analysis, Monofloral and Multifloral Honeys, department of La Libertad, Palinoteca.

AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. Lídice Portal, Técnico Apícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería, quien coordinó y acompañó a cada uno de los apiarios de los Apicultores.

Señores Apicultores del departamento de La Libertad, Miembros de CONAPIS y Seccional San Andrés; por la oportunidad de realizar la investigación con las mieles producida en sus apiarios.

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta, Docente Director de la investigación, quien asesoró diligentemente este trabajo.

Ing. Agr. Jorge Herrera Nosthas, Gerente General de CONAPIS, quien nos asesoró en el área de apicultura y acompañó a los apiarios del municipio de Tamanique.

Ing. Agr. Salomón Rivas, Docente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador por incluir en capacitaciones técnicas en la Seccional San Andrés.

Ing. Agr. Roberto Perdomo, Coordinador de Plantas de la División de Inocuidad de Productos de Origen Animal DIPOA del MAG, por facilitar el uso de la Palinoteca de la Unidad de Inocuidad Apícola.

Ing. Agr. Leopoldo Serrano por su apoyo al permitir trabajar incondicionalmente en el Laboratorio #3 del Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas.

Ing. Agr. Abel Argueta de la Escuela de Posgrado y Educación Continua de la Facultad de Agronomía, quien apoyó en la parte geográfica de la investigación.

Lic. Paulo Galán, del Jardín Botánico Plan de La Laguna, por haber identificado cada una de las plantas recolectadas.

Lic. Wilmer Santos e Ing. Agr. Oscar Rodríguez quienes asesoraron en los Análisis Estadísticos con tal dedicación.

DEDICATORIA

Te dedicó a ti Señor Jesucristo, mi trabajo de graduación, para ti sea toda la Honra y la Gloria. Gracias por darme el amor, la fuerza y el valor para seguir cada día. Fuiste tú, mi proveedor, mi ayuda exacta, mi guía. Quien me dio la sabiduría para elaborar y concluir mi trabajo.

Deseo con todo mi corazón, que bendigas a mi familia, a mi compañera, a mi asesor, a Ing. Lidice Portal, a los señores apicultores, a todos mis amigos y amigas, a las autoridades de la Facultad de Ciencias Agronómicas y a todo el público lector que utilizará nuestro documento para conocer sobre la caracterización palinología de las mieles del departamento de La Libertad en El Salvador.

Estoy agradecida contigo Jesús por haberme dado la vida y la oportunidad de alcanzar un título Universitario de tan excelente Universidad.

Gracias Señor.

Johanna Esther Vásquez Montenegro

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y sabiduría para lograr mis objetivos.

Con mucho cariño principalmente a mi madre Angélica y mi padre Manuel que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento animándome y ayudándome económicamente. A mi hija Emma Valentina con mucho amor porque ella es la que me motiva a seguir adelante para llegar a cada meta que me proponga, a mi hermana Angélica, mi amiga Gloria y a mi amigo Gilber por apoyarme y no dejar que me rinda. Especialmente a todas las personas que tomaron el tiempo en brindarme información para realizar mi trabajo de graduación.

Carolina Yamileth Araya Amaya

INDICE GENERAL

Resumen	iv
ABSTRACT	v
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
INDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
1. Introducción	1
2. Revisión Bibliográfica	2
2.1. La apicultura en El Salvador	2
2.1.1 Abejas melíferas	2
2.1.2 Rango de pecoreo de las obreras	2
2.2. La miel, producto de las abejas	3
2.2.1 Composición química de la miel	3
2.2.2 Elaboración de la Miel	4
2.2.3 Clasificación por su origen botánico	4
2.3. El polen y su función en las abejas melíferas	5
2.3.1 Presencia de polen en la miel	5
2.3.2 Composición química del polen	5
2.3.3 Características y estructura del grano de polen	5

2.4. Origen botánico de la miel.....	6
2.5. Definición de flora apícola o nectarífera.	7
2.5.1. Flora de importancia apícola en El Salvador.	7
2.6. Palinología.	8
2.6.1. Colección de referencia de granos de polen o palinoteca.....	8
2.6.2. Melisopalinología.....	8
2.6.3. Método de Acetólisis.....	9
2.7. Estudios Melisopalinológicos en Latinoamérica.....	9
3. MATERIALES Y METODOS.....	10
3.1 Descripción del estudio.....	10
3.1.1 Localización de la investigación.....	10
3.1.2 Duración de la investigación.....	10
3.2 Metodología de Campo.....	11
3.2.1 Recolección de muestras de Plantas con flores.....	11
3.2.2 Recolección de muestras de miel.....	12
3.2.3 Toma de puntos geográficos.	12
3.3 . Metodología de Laboratorio.....	12
3.3.1 Preparación de las muestras de miel.....	13
3.3.2 Preparación de las muestras de Plantas con flores.....	13
3.3.3 Preparación de Laminillas permanentes.....	14
3.3.4 Caracterización de la miel.....	15
3.3.4.1 Identificación de las plantas con flores.....	15
3.3.4.2 Identificación de los granos de polen de la Palinoteca.....	15
3.3.4.3 Identificación de granos de polen en la miel.....	15
3.4 Metodología estadística.....	16

3.4.1. Tamaño de muestras para miel.	16
3.4.2. Variables en estudio.	17
3.4.2.1. Granos de Polen Predominantes.	17
3.4.2.2. Granos de Polen Secundarios o dominados.	17
3.4.2.3. Identificación botánica de las Familia de plantas con flores.	17
3.4.2.4. Relación existente entre Municipios y Familia de plantas con flores.....	17
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1 Granos de Polen Predominantes.	18
4.2 Granos de Polen Secundarios o Dominados.....	20
4.3. Identificación botánica de las Familia de plantas con flores.....	36
4.4 Relación existente entre Municipios y Familia de plantas con flores.	38
5 CONCLUSIONES.....	36
6 RECOMENDACIONES.....	37
7 BIBLIOGRAFIA.....	38
8 ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de Mieles Monoflorales	18
Cuadro 2. Porcentajes de Familias por municipio en mieles Multiflorales	20
Cuadro 3. Familias identificadas en un perímetro de 1 kilómetro en los apiarios.....	38
Cuadro A-1. Especies de Flores identificadas por el especialista del Jardín Botánico.....	45
Cuadro A-2. Clasificación botánica de mieles multiflorales del municipio de La Libertad (%).....	53
Cuadro A-3 Calendario de la Floración de las Plantas Apícolas en El Salvador.....	56
Cuadro A-4 Coordenadas geográficas de 28 apiarios y de sede CONAPIS, La Libertad.....	57

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dendrograma basado en el índice de jaccard.	14
Figura 2. Representación gráfica de la relación entre municipios y las familias.....	36
Figura A-1. Municipios del departamento de La Libertad de la fase de Campo.....	58
Figura A-2. Catálogo de granos de polen del departamento de La Libertad.....	62
Figura A-3. Granos de polen encontrados en la miel.....	64
Figura A-4. Apiarios ubicado en los municipios del departamento de La Libertad.....	65
Figura A-5. Recolección de muestra de miel.....	65
Figura A-6. Recolección de muestras de flores en los municipios de La Libertad.....	65
Figura A-7. Toma de Coordenadas geográficas de los municipios de La Libertad.....	66
Figura A-8. Equipo de Laboratorio.....	66
Figura A-9. Preparación de muestras de miel.....	67
Figura A-10. Preparación de muestras de flores.....	67
Figura A-11 Método de acetólisis para muestras de miel y flores.....	68
Figura A-12. Elaboración de laminilla permanente para la miel y flores (PALINOTECA).....	69
Figura A-13 Conteo de granos de polen.....	69
Figura A-14. Caracterización de la miel, en Monofloral y Multifloral.....	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento de Laboratorio para Muestras de Miel	70
Anexo 2. Procedimiento de Laboratorio para Muestras De Flores	71
Anexo 3. Elaboración de láminas permanentes para muestras de miel y flores	73
Anexo 4 Cálculo de los reactivos.....	74
Anexo 5 Componentes principales y variación explicada.....	74
Anexo 6 Matriz de Componentes Principales.....	74
Anexo 7. Análisis melisopalinológico de 40 gr.de miel cosechada en el Laboratorio de Palinología....	75

1. Introducción

La producción de miel en El Salvador se da durante la estación seca, desde el mes de octubre hasta principios del mes de mayo, de la cual se exporta el 90% a granel y el restante 10% se comercializa para el consumo nacional (MAG, 2003). Para el año 2015 la exportación de miel fue de 2, 500,690.50 Kilogramos de miel valorizada en \$9, 033,607.82 dólares, siendo ese año el de mayor exportación, a diferencia del año 2016 en donde hubo una caída en los precios de exportación, ya que se vendieron 1, 239.18 kilogramos de miel a un precio de \$2, 682.04 dólares, afectando directamente al sector. Actualmente estos precios de exportación siguen sin mejorar, para el año 2018 la producción fue de 1,515.55 Kilogramos de miel a un precio de \$4,454.68 dólares al igual que el año 2019 que tuvo una producción de 827.61 kilogramos de miel a un precio de \$2,129.17 dólares (BCR, 2019). La baja competitividad que posee la miel de abeja melífera (*Apis mellifera*) del sector apícola salvadoreño en el mercado internacional es a causa de una falta de caracterización de miel que demuestre el origen de este producto, problemática que limita los ingresos y el desarrollo del sector, obligando a los apicultores a buscar alternativas que mejoren el precio de la miel. Por lo que surge la noción de caracterización de mieles a través de un análisis palinológico, que permite identificar los granos de polen presente en ella, valiéndose de que los productos apícolas heredan las propiedades de las plantas, conocer el origen botánico de la miel, permite clasificar la producción como monofloral y multifloral, incrementando su valor para el comercio nacional o internacional (Montenegro, *et al.* 2009). Para dicha clasificación es necesario elaborar una fuente de referencia de polen (Palinoteca) de las especies florales que utilizan las abejas melíferas (Sánchez, 2001). Según el IV Censo Agropecuario del año 2007, el departamento de La Libertad fue el de mayor producción, por lo que tener conocimiento del origen botánico de la miel traería beneficios económicos a los apicultores, brindaría alternativas ecológicas para posibles reforestaciones de zonas aledañas a los apiarios que son visitadas por las abejas, ya que se vendería una miel clasificada y la producción de miel tendría más rentabilidad y competitividad en el país. Esta investigación se realizó para beneficiar al sector apícola al caracterizar la miel de doce municipios del departamento de La Libertad por su origen botánico, donde se obtuvieron mieles Monoflorales y Multiflorales con el fin de que los apicultores puedan a largo plazo, darle un valor agregado a su producción de miel, y conozcan la importancia de proteger y conservar a las familias de las especies de plantas que se encontraron a los alrededores de los apiarios.

2. Revisión Bibliográfica

2.1. La apicultura en El Salvador.

En la región Centroamericana y el Caribe, el manejo de la abeja tiene un largo historial, desde la época precolombina se comercializaba miel de abejas nativas (OIRSA, 2015). En la apicultura moderna la colonia se introduce en una caja, denominada colmena, lo que permite criar a las abejas de manera racional para beneficio económico (OIE, 2011). En El Salvador la apicultura se inicia en la época colonial con la introducción de las abejas melíferas, posteriormente algunos apicultores importaron abejas de raza italiana y caucásica, para el año de 1985 se dio la africanización de los apiarios a nivel nacional (MAG, 2003). Según la Comisión Nacional de Apicultores de El Salvador (CONAPIS) se estima que en el país existen aproximadamente 8,000 apiarios, con unas 75,000 colmenas, produciéndose entre 1,500 a 3,000 toneladas de miel, generando unos 30,000 empleos durante la época de cosecha (OIRSA, 2004). La producción de miel en el país es básicamente primaria, se exporta el 90% a granel y el restante 10% se comercializa para el consumo nacional (MAG, 2003). Por lo que la mielada da inicio durante la época seca, desde octubre hasta principios de Mayo (Handal, 2000).

2.1.1 Abejas melíferas.

Las dos especies de abejas más importantes para la apicultura son la abeja melífera occidental (*Apis mellífera*), y la abeja melífera oriental (*Apis cerana*). Las abejas viven en grandes sociedades organizadas, donde cada individuo realiza una función determinada de acuerdo a su edad y desarrollo físico. La colmena está compuesta por una reina, varias obreras hembras, y pocos zánganos machos, cuya única función es aparearse con la reina. La Reina es la única hembra fértil y pone huevos en las celdillas hexagonales de cera del panal. Cuando los huevos eclosionan salen las larvas, que durante los primeros días son alimentadas con jalea real por las obreras. (OIE, 2011).

2.1.2 Rango de pecoreo de las obreras.

Cuando una abeja encuentra néctar o polen, regresa a la colmena y mediante un baile que ejecuta ante sus compañeras les indica la distancia y dirección donde se encuentran las flores. El radio de vuelo de las abejas es de 3 kilómetros, pero se ha comprobado distancias de vuelo mayores e iguales a 6 kilómetros (Menjívar, 1997). Pero se estima que las pecoreadoras vuelan de 1 a 2 kilómetros alrededor de la colmena y en general, menos lejos si el alimento es

abundante (Castillo, 2002). Las abejas suelen aprovechar mejor las diferentes fuentes de alimento cuando más cerca esté de ellas, por lo que las plantas a polinizar deben tener una distancia menor a 400 metros y que la eficacia máxima se encuentra en un radio inferior a los 125 metros alrededor de la colmena (Insuasty, *et al.* 2015). Sin embargo, en ocasiones abandonan una fuente de néctar para buscar otro, más atrayente, observándose obreras pecoreando flores nectaríferas a distancias de 14 Km de su colmena (Philippe, 2008).

2.1.3. Constancia floral.

Se define como el comportamiento exhibido por los polinizadores que restringe las principales visitas a un solo tipo floral. La fidelidad de las flores puede estar guiada por un comportamiento innato que evolucionó a través de una relación especializada entre planta-polinizador. En la constancia fija, todos los individuos muestran preferencia por el mismo recurso floral y la planta generalmente depende del visitante como polinizador. La constancia individual es un caso particular en el que los individuos de la misma especie que se alimentan en el mismo parche floral muestran diferentes preferencias que son independientes. *Apis mellífera*, es un polinizador generalista, en parte porque su colonia es “perenne”, y porque hace frente a los cambios en la floración y en todas las estaciones. Este fenómeno se denomina ritmo de antesis, que es la persuasión de los polinizadores por cambiar la preferencia de las flores (Amaya, 2009).

2.2. La miel, producto de las abejas.

Se define Miel como el producto alimenticio producido por abejas melíferas (*Apis mellífera*) a partir del néctar de las flores o de las secreciones de partes vivas de las plantas éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman, almacenan y dejan madurar en los panales de la colmena (NSO, 2001).

2.2.1 Composición química de la miel.

La miel contiene como promedio 77% de azúcares, 17.7% de agua y 5.3% de otros componentes no azucarados (Root, 1973). Contiene además proteínas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgánicos, minerales, polen, sacarosa, maltosa, melicitosa, oligosacáridos como las dextrinas, así como vestigios de hongos, algas y levaduras (OIRSA, 2007). Su color varía desde incoloro a pardo oscuro. Su consistencia puede ser fluida, viscosa o cristalizada total o parcialmente. El sabor y el aroma proceden de las plantas. Las principales características

físicas y el comportamiento químico de la miel se deben particularmente a la glucosa y la fructosa (Bianchi, 1990).

2.2.2 Elaboración de la Miel.

El néctar es la fuente principal que origina la miel. Es segregado por órganos especializados de la planta, llamados nectarios, situados generalmente en la base de la corola; el néctar consiste en la solución de agua y azúcares, con pequeñas cantidades de aminoácidos, minerales, vitaminas, ácidos orgánicos, enzimas y aceites esenciales (Root, 1973). En el acto de succión del néctar o del mielato, la abeja obrera le adiciona enzimas provenientes de sus glándulas hipofaríngeas (diastasa, invertasa y glucoxidasa), que inician la transformación de la sacarosa en sus componentes glucosa y fructuosa (Alfaro, *et al.* 2010). Tal proceso prosigue en un órgano denominado buche o saco de la miel el cual es de especial interés en la abeja obrera, porque sirve para depositar el néctar recogido de las flores en lugar de seguir en el estómago (Root, 1973). Llegada a la colmena la abeja obrera cede su carga a otra abeja o la deposita en una celda del panal. Cuando el néctar llega a la celda ha completado ya la transformación, tal que no puede considerarse néctar; sino más bien “miel no madura”. La transformación completa se realiza gracias a procesos bioquímicos, y un fenómeno físico de evaporación que implica la intervención de numerosas abejas (Araniva y Guirola, 2002).

2.2.3 Clasificación por su origen botánico.

Es clasificada en miel de flores y de miel de mielato. La miel de flores es la que procede del néctar de las flores y se distinguen: las mieles uniflorales o monoflorales y las mieles multiflorales o poliflorales (OIRSA, 2015). La miel multifloral, polifloral o mil flores es un producto de la mezcla de néctares procedentes de varias especies de flores. A diferencia de la miel monofloral o unifloral que se define como un producto primordialmente de flores de la misma familia, género o especie que posee características sensoriales, fisicoquímicas y microscópicas propias (NSO, 2001). La miel de mielato se obtiene a partir de secreciones de las partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que se encuentran sobre ellas (OIRSA, 2015). Es también una denominación moderna, aplicada a la miel que elaboran las abejas usando como materia prima la sustancia segregada por los pulgones (Persano, 2004). Otro concepto indica que el mielato es un líquido azucarado que las abejas recolectan en las hojas de diversos árboles, arbustos e incluso en los cereales, o sobre el maíz (Prost, 2014). Aunque la mayor parte de la miel producida en el mundo procede del néctar floral en algunos

países la miel de mielato representa un porcentaje importante del total de su producción, incluso por encima de las mieles florales. Debido a que este recurso es recolectado y tratado por las abejas igual que el néctar, sufriendo los mismos procesos enzimáticos y de almacenamiento (Chamorro *et al.* 2003).

2.3. El polen y su función en las abejas melíferas.

Es el elemento fecundante masculino de las flores (Cobo, 1980). Se forman en las anteras, que son parte de los estambres. La función de los granos de polen es fecundar al gameto femenino que se encuentra en el pistilo. Para poder efectuar la fecundación, los pólenes necesitan ser transportados de los estambres al pistilo, ya sea por medio de agua, los animales o el viento (Lagos, 1975). Constituye el alimento nitrogenado de las abejas, para ser distribuido por las obreras a las larvas (a partir del tercer día de su nacimiento) el cual consumen en grandes cantidades con el fin de poder elaborar la jalea real que producen con sus glándulas hipofaríngeas. Las necesidades de polen de una colonia normal oscilan entre 30 y 50 kilogramos por año. Algunos granos, al pasar a la miel y a la jalea real, permiten describir el origen botánico y geográfico, así como la estación de la recolección (Prost, 2014).

2.3.1 Presencia de polen en la miel.

El polen de la miel es consecuencia de la caída de granos de polen de los estambres a la parte interior de la flor, donde se encuentra el néctar. Esta caída se debe a factores externos como el viento y la acción de los insectos. De esta manera el polen es liberado por las abejas y se transforma en parte de la miel producida dentro de la colmena (Insuasty, *et al.* 2017).

2.3.2 Composición química del polen.

La composición química del polen varía según el género y la especie botánica de cual proviene. Su concentración en proteínas varía entre 8% y 40%, según el origen floral (Philippe, 2008). El polen contiene del 7% y 30% de azúcares, 4.5% de grasas, vitaminas B1, B2, B6, ácido pantoténico, ácido fólico, biotina, vitamina C, pigmentos, hormonas sexuales femeninas y minerales (Persano, 2004).

2.3.3 Características y estructura del grano de polen

El polen maduro presenta una morfología bien definida que por lo general permite la identificación de la planta de la cual procede. Sus caracteres se definen en: pared, aperturas,

simetría, polaridad, agregados polínicos, forma y tamaño (Martínez, *et al.*1993). La pared del grano de polen está constituida por dos partes: “la célula viva” y la “esporodermis” o pared externa. La pared del polen, tiene como función primaria la protección del protoplasma celular, mediante la impermeabilización y la resistencia a la degradación físico-química y biológica. La esporodermis consta fundamentalmente de dos capas muy diferenciadas “intina” y “exina”. La intina es la capa más interna de la pared del grano de polen. Sus componentes son celulosa, pectinas y glucoproteínas. No es resistente a los ácidos y se destruye fácilmente con la acetólisis. Forma una capa continua, no interrumpida alrededor de todo el grano de polen. La exina es la capa más externa y más resistente de la pared del grano de polen. Posee un componente polisacárido y otro lipídico, así como proteínas, fundamentalmente glicoproteínas. Su resistencia a la destrucción es una de las mayores del reino vegetal, ya que soporta la acción de los ácidos y bases concentradas, así como el calentamiento hasta 300 °C, siendo únicamente alterada por algunos oxidantes y por ciertos microorganismos. Presenta una cierta elasticidad y plasticidad, permitiendo al grano de polen adaptarse a las condiciones ambientales (Martínez, *et al.*1993). En base a la ornamentación se identifican los granos de polen (Tellería y Laza, 2003). Es llamada también relieve de los granos de polen, suele estar formada por los elementos esculturales que se disponen sobre la superficie del mismo. En general, son una respuesta adaptativa a los procesos de dispersión y polinización, adoptan diversas formas, y no suelen sobrepasar las 5 µm de altura (Martínez, *et al.*1993).

2.4. Origen botánico de la miel.

Dado que los productos apícolas heredan las propiedades de las plantas a partir de las cuales las abejas elaboran la miel, polen y propóleos, conocer su origen botánico permite diferenciar y certificar la producción para buscar estrategias que incrementan su valor agregado, ya sea para el comercio nacional o internacional (Montenegro, *et al.* 2009). Las mieles diferenciadas por su origen botánico obtienen un valor agregado en el mercado, gracias a que poseen propiedades organolépticas (color, aroma y sabor), nutricionales y terapéuticas específicas conferidas de manera directa por las características de los néctares (González, *et al.* 2016). La miel se caracteriza por tener un alto contenido de polen, producto del pecoreo de las abejas en las diferentes especies visitadas; esta característica permite determinar el origen botánico y geográfico de la miel, además de conocer características sensoriales y físico-químicas, ya que se identifica el tipo de especie utilizadas en la recolección de néctar (Insuasty, *et al.* 2017).

2.5. Definición de flora apícola o nectarífera.

Son aquellas plantas que ejercen una influencia sobre el sostén y desarrollo de las abejas (Handal, 2000). Otro concepto indica que la flora apícola es el conjunto de plantas, hierbas y arbustos que pueblan una determinada región y son de interés económico para la apicultura (Leiva, 1983). La flora que utiliza la abeja melífera como fuente de néctar se denomina flora nectarífera, siendo su identificación de gran importante para incrementar el desarrollo de la actividad apícola. (Sayas y Huamán, 2009). El origen floral de la miel es usualmente determinado por el análisis de su contenido de polen (Pino, 2012).

2.5.1. Flora de importancia apícola en El Salvador.

El principio de la mielada comienza con la floración de las campanillas en varios períodos de octubre, pero disminuye en febrero y marzo y termina con otro gran flujo nectarario del café a principios de mayo (Cuadro A-3). En El Salvador la mielada es propiciada por algunas plantas como: las Campanillas (*Ipomoea* sp.), madre cacao (*Gliricidia sepium*), pepeto (*Inga* sp), ceiba (*Ceiba pentandra*) y el café (*Coffea arábica*) (Handal, 2000). Otras plantas importantes son los frutales ya que en su mayoría son excelentes fuentes de néctar, las más comunes son; aguacate, mango, cítricos, mamoncillo, maguey, banano, plátano, caimito, guayabo, marañón y tamarindo. Distinguiéndose familias nectaríferas como las verbenáceas, borragináceas, convolvuláceas, bignonáceas, palmáceas, mirtáceas, compuestas y la gran subfamilia de las leguminosas papilionadas y mimosoideas (Leiva, 1983). Un estudio realizado sobre las “Malezas más comunes de El Salvador” revela que Las familias que presenta importancia apícola son las *Asteraceae*, *Convolvulaceae*, *Rubiaceae* y *Cyperaceae*. Y que las más numerosas y diseminadas son las especies de las familias *Poaceae*, *Asteraceae*, *Euphorbiaceae* y *Cyperaceae* (Santos, 2004). El contenido de polen en la miel puede ser alterado como consecuencia de la contaminación por fuentes externas a la floración visitada por la abeja, como también por otros pólenes al momento de la extracción de la miel (Insuasty, *et al.* 2017). Cuando es el viento el encargado de dicho transporte, se dice que los pólenes son anemófilos (Lagos, 1975). Para conocer el origen botánico de las mieles de *Apis mellífera* no son suficientes las observaciones de las plantas en campo, ya que dificulta la validación de que una miel pueda provenir de una especie u otra, o bien de algún cultivo específico, simplemente porque estos se encuentren próximo al apiario (Castellanos *et al.* 2012).

2.6. Palinología.

Se define como el estudio de las características morfológicas de los granos de polen y las esporas (Sánchez, 2001). El análisis palinológico se realiza siguiendo una metodología probada internacionalmente que consiste en calcular la frecuencia relativa de granos de polen de especies dominantes expresando los resultados en términos de porcentajes (Montenegro, *et al.* 2009). La importancia del análisis polínico en miel de abejas se concretiza en tres aspectos: 1- Identificar los tipos de plantas que son visitadas por las abejas; 2- Informar sobre la pureza de la miel o las posibles causas de toxicidad de la misma; 3- Información acerca de su procedencia fitogeográfica (Corral, 1984).

2.6.1. Colección de referencia de granos de polen o palinoteca.

La colección palinológica de referencia es un archivo que contiene los granos de polen de plantas previamente identificadas en láminas fijas para su observación microscópica (Sánchez, 2001). Para su elaboración se recolectan las plantas con flores de un área o localidad determinada, o se toman de material de herbario, pues de esta forma se tiene certeza de ser una planta ya identificada. Estas láminas se utilizan para determinar, mediante comparaciones, el origen botánico de las mieles y las cargas de polen. Se elaboran con el método de acetólisis. Manteniéndose en un medio ácido favoreciendo la no aparición de hongos y material contaminante. Su conservación es importante ya que brinda valor taxonómico individual a los granos de polen, por tal motivo, es recomendable que sean bien rotuladas, almacenadas en un lugar fresco, libre de polvo y colocadas en posición vertical (Sánchez, 2001).

2.6.2. Melisopalinología.

Es el estudio de los granos de polen contenidos en la miel, el cual permite determinar su origen botánico, su clasificación como uniflorales o multiflorales y su procedencia geográfica (Alfaro, *et al.* 2007). Otra definición nos menciona que la melisopalinología es el área de la palinología que involucra el estudio de los granos de polen contenidos en la miel, las cargas de polen y el alimento larval (Sánchez, 2001). Además, se considera como una disciplina que se enfoca en la identificación de polen en las muestras de miel (Insuasty, *et al.* 2017). La relación existente entre las abejas y las flores genera estudios palinológicos enfocados en el reconocimiento de cada tipo morfológico de polen presente en las muestras de miel y en la carga de polen colectada por las abejas (González, *et al.* 2016). Estos análisis están basados en el grano de polen debido a que es un elemento morfológicamente constante, que no sufre cambios

(Montenegro, *et al.* 2009). Por lo que la caracterización a través de métodos palinológicos se basa en la identificación microscópica del polen (Pino, 2012).

2.6.3. Método de Acetólisis.

Este método en esencia consiste en la destrucción de la celulosa y del material extraño mediante ácidos, por lo que no afecta los granos de polen, lo que permite identificar las estructuras relevantes para el análisis (Insuasty, *et al.* 2017). La función de la acetólisis es para disolver la celulosa, la hemicelulosa y la quitina además remueve las cubiertas lipídicas. Consta de dos partes: primero la reacción de hidrólisis ácida y una posterior esterificación. Los cuidados para el método de acetólisis, en el laboratorio, se describen a continuación: 1. Siempre trabajar en la capilla extractora de gases. 2. Tratar de que nunca la solución de acetólisis entre en contacto con agua. 3. Remover botellas o frascos con agua o etanol de la capilla extractora de gases. 4. Nunca preparar cantidades mayores de 100 ml de la solución de acetólisis en cada rutina. 5. No se pueden guardar sobrantes del reactivo. 6. Utilizar ropa y equipo de protección (Sánchez, 2001).

2.7. Estudios Melisopalinológicos en Latinoamérica.

El análisis Melisopalinológico de la miel recolectada en 4 municipios del Estado de Guerrero, México, permitió identificar 14 familias, 40 géneros y 46 especies, las familias con mayor diversidad fueron *Asteraceae*, *Leguminosaceae* y *Convolvulaceae*. Se colectaron 35 muestras de miel en 7 apiarios. Dos muestras fueron Monoflorales, los 5 restantes se clasificaron como Multiflorales (González, *et al.* 2016). En un estudio melisopalinológico realizado por Méndez en el año 2006, en cinco departamentos de Honduras, Copán, Ocotepeque, La Paz, Intibucá y El Paraíso, se analizaron 62 muestras de miel. Encontrándose un 74% de mieles multiflorales con excepciones de miel unifloral de: guayaba (*Psidium guajava*, Myrtaceae); manzana (*Syzygium jambos*, Myrtaceae); zarza dormilona (*Mimosa pudica*, Leguminosaceae); chupa chupaju (*Combretum fruticosum*, Combretaceae); jocote (*Spondias purpurea*, Anacardiaceae); capulín (*Trema micrantha*, Ulmaceae) y flor azul (*Ageratum conyzoides*, Asteraceae). En Colombia, departamento de Antioquia, se realizó un estudio sobre el análisis polínico de 7 muestras de miel de abejas (*Apis mellifera*) durante los años 1981 y 1982. El análisis polínico de las muestras de miel, incluyó procesamiento de las muestras y preparación de las placas permanente; fotomicrografía; y finalmente la identificación y cuantificación de los granos de polen encontrados en cada muestra de miel. En total se identificaron 32 diferentes granos de polen procedentes de plantas distribuidos en 21 familias y 26 géneros, de los cuales 15 son de

maleza muy apetecida por las abejas. Los otros géneros correspondieron a flores de plantas cultivadas y árboles frutales. Las familias *Compositae*, *Rutaceae*, *Boraginaceae* y subfamilia *Mimosaceae* de la familia *Fabaceae*, al parecer fueron las más visitadas en busca de polen y/o néctar (Corral, 1984). En el Valle de Río Negro, Argentina se realizó un análisis palinológico de 41 muestras de miel correspondiente a las cosechas de los años 1996 hasta 1999. Del total de muestras, 26 fueron mixtas y 15 Monoflorales de: *Tamarix gallica*, *Eucalytus sp.*, *Melilotus sp.*, *Centaurea sp.*, *Prosopis sp.*, *Brassicaceae* y *Mottea aphylla*. El análisis cualitativo de las mieles se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Louveaux. Utilizando las siguientes clases de frecuencia: polen dominante: (>45%), polen secundario (entre 15 y 45%) y polen en traza (<3%). El contenido polínico fue acetolizado e identificado por comparación con una colección de polen de referencia y que posteriormente fue montado en portaobjetos, utilizando glicerina-gelatina como medio de montaje y parafina para el sellado. Como resultados se determinaron 71 tipos polínicos; 30 a nivel de especies, 30 géneros, 7 familias y 4 tribus (Tellería, *et al.*2000).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del estudio

3.1.1 Localización de la investigación

El trabajo de campo se llevó a cabo en el departamento de La Libertad, el cual posee una extensión territorial de 1,652.88km², cuenta con 22 municipios, de los cuales se visitaron doce municipios, ubicados en las siguientes coordenadas geográficas; Tamanique (13°36'0" N, 89°25'0" W), Quezaltepeque (13°49'52.46" N, 89°16'19.96" W), La Libertad (13°29'18" N, 89°19'20" W), Santa Tecla (13°40'27.18" N, 89°17'23.66" W), San Matías (13°53'0" N, 89°19'0" W), Talnique (13°40'0" N, 89°24'0" W) Colón (13°43'0" N, 89°22'0" W), Jayaque (13°40'0" N, 89°26'0" W), San Juan Opico (13°53'0" N, 89°21'0" W), Sacacoyo (13°44'0" N, 89°28'0" W), San Pablo Tacachico (13°59'0" N, 89°20'0" W) y Tepecoyo (13°42'1" N, 89°28'4" W) (Figura A-1). 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.

3.1.2 Duración de la investigación

La investigación inició en octubre de 2017 y finalizó en julio de 2019. Durante este periodo se llevaron a cabo actividades de campo y laboratorio. El trabajo de campo tuvo una duración de ocho meses, de octubre de 2017 hasta mayo de 2018 las actividades realizadas consistieron en

recolección, almacenamiento, conservación, traslado de muestras y toma de puntos geográficos. El trabajo de laboratorio inicio en abril de 2018 y finalizó en julio de 2019 las actividades que se realizaron fueron procesamiento de muestras de miel y flores, elaboración de laminillas y Palinoteca, observación al microscopio, identificación de plantas y clasificación de miel.

3.2 Metodología de Campo

Según el IV censo agropecuario del año 2007 el departamento de La Libertad fue el de mayor producción de miel en El Salvador. Se han reportado 6337 colmenas y 156 apiarios, distribuidos en 22 municipios. Fue necesario participar en reuniones técnicas con los representantes de la Comisión Nacional Apícola de El Salvador (CONAPIS), con técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG-CENTA) y con Apicultores de la Seccional San Andrés, Quezaltepeque, para establecer la ruta de visita y el recorrido en apiarios con un número mayor o igual a 30 colmenas Langstroth fijas (que no se trasladan). Las muestras obtenidas fueron de dos tipos; de miel y de plantas con flores. Con el apoyo de un Técnico del Ministerio de Agricultura y Ganadería y la colaboración de los apicultores fue posible realizar cuatro visitas de campo; dos para recolectar las flores (nectaríferas) y entregar los frascos para muestras de miel, una tercera visita para recolectar las muestras de miel de las dos primeras cosechas, que correspondían a los meses de noviembre-diciembre y enero-febrero, y la última visita para registrar las coordenadas geográficas de los apiarios con equipo GPS Marca Garmin Modelo GPSmap 60CSx. Cabe mencionar que para el municipio de Quezaltepeque las muestras de miel se recibieron en la sede de CONAPIS debido a dificultades con la inseguridad social de la zona que impidieron ingresar a los apiarios. Dicho lugar se encuentra ubicado en la antigua agencia del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) del municipio de Quezaltepeque, La Libertad.

3.2.1 Recolección de muestras de Plantas con flores

Las muestras de las plantas con flores (nectaríferas) se recolectaron en los meses de octubre a diciembre del año 2018 y en enero a marzo del año 2019, en un perímetro de 1 kilómetro, esta distancia fue según el rango de pecoreo de la abeja. En los apiarios se realizaron recorridos o caminatas en línea recta, con la compañía del Técnico (MAG) y el Apicultor, deteniéndose en cada lugar donde había plantas con flores independientemente de su forma de vida (arbusto, árbol, hierba y bejuco). La selección de estos ejemplares fue en base a encuestas realizadas previamente a los apicultores. Para su recolección y traslado se elaboraron bolsas de papel

periódico con una viñeta en la que se detalló nombre común de la planta recolectada, fecha y ubicación del apiario. Las muestras se mantuvieron almacenadas en refrigeración, hasta el momento de ser procesadas en el laboratorio de palinología. Para la identificación botánica de las plantas, se contó con un Especialista del Jardín Botánico Plan de La Laguna, ubicado en el kilómetro 8 de la carretera Panamericana, municipio de Antigua Cuscatlán, departamento de La Libertad. Registrándose en una hoja electrónica (Microsoft Excel), un listado de cada uno de los hallazgos de plantas con flores por municipio.

3.2.2 Recolección de muestras de miel

Para tomar las muestras de miel se entregaron a los apicultores dos frascos transparentes de polietileno de 60 ml limpios y estériles, estos se identificaron con una viñeta en la que se escribió Código Único de Apicultor (CUA), Fecha de recolección, Número de Cosecha y ubicación del apiario. Se les solicitó a los apicultores llenar completamente el frasco (30 g) y tomar la muestra justo después del filtrado de la Miel Cosecha. Las muestras de miel se recolectaron desde enero a mayo de 2019. Para la primera cosecha se recolectaron 28 muestras de miel, de 28 apiarios y siete muestras más, que se recibieron en las oficinas de CONAPIS, municipio de Quezaltepeque, haciendo un total de 35 muestras. Para la segunda cosecha solo fue posible recibir 18 muestras de miel, de 18 apiarios y siete muestras más, que se recibieron en las oficinas de CONAPIS, haciendo un total de 25 muestras. Las cuales se trasladaron al Laboratorio de Palinología y se almacenaron en una caja a temperatura ambiente hasta su procesamiento.

3.2.3 Toma de puntos geográficos.

Para las coordenadas geográficas, se tomaron datos con equipo GPS de 28 apiarios a los que fue posible ingresar. La sede de CONAPIS en Quezaltepeque fue el punto de referencia de 7 apiarios que no se visitaron, por la inseguridad de la zona (Cuadro A-4). Para tomar el punto exacto, se seleccionó un lugar despejado de árboles, lo bastante cerca de las colmenas (Figura A-7). Se anotaron y guardaron las coordenadas del lugar, para posteriormente elaborar el mapa con la ubicación exacta de los apiarios con ayuda del programa ARGIS versión 10.5 de la Escuela de Posgrado y Educación Continua de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

3.3 . Metodología de Laboratorio

En el Laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias agronómicas se procesaron 60 muestras de miel con el método de acetólisis y se elaboraron 480 laminillas para caracterizar

las mieles de los doce municipios del departamento de La Libertad en Monofloral y Multifloral, dicha actividad se realizó por medio de la identificación de los granos de polen observados al Microscopio óptico. También se procesaron 72 muestras de plantas con flores con el método de acetólisis, y se elaboraron 144 laminillas permanentes, para formar la Palinoteca (Figura A-13) o colección de referencia que se utilizó en la caracterización de la miel. Para tomar las fotografías de los granos de polen de la Palinoteca se utilizó una cámara de Marca SONY, la cual se enfocaba en el Microscopio óptico en los objetivos 40X y 100X (Figura A-2).

3.3.1 Preparación de las muestras de miel

Las muestras de miel se procesaron con la técnica de acetólisis, siguiendo la marcha de laboratorio de Sánchez (2001). Dicho procedimiento consistió en hacer diluciones con 20 gramos de miel y con 8 ml de agua destilada, en 4 tubos de ensayo, las cuales se pesaron en balanza semianalítica a volúmenes iguales para ser centrifugadas por 5 minutos a 3000 r.p.m. Posteriormente se adicionaron 5ml de ácido acético glacial, a las muestras de miel, y se centrifugaron, luego se aplicó el método de acetólisis con anhídrido acético (9 partes) y ácido sulfúrico (1 parte), de esta dilución se colocaron 5ml a cada muestra de miel (Anexo-4) y se calentaron durante seis minutos aproximadamente en baño maría seco a una temperatura de 100°C, hasta que hubo un cambio de color a café oscuro. Nuevamente se centrifugaron las muestras y se decantaron en un beaker de 600ml (todo dentro de la capilla extractora de gases). Además, se añadieron 5ml de agua destilada para hacer el lavado de las muestras, se centrifugaron y decantaron por el desagüe en una pila de concreto. Este paso se repitió una vez más. Para mantener humectados los granos de polen, se añadieron 3 ml de glicerol a los tubos, se centrifugaron y decantaron en la pila, se colocaron los tubos boca abajo en la gradilla metálica y se cubrieron de la luz, por 24 horas. Finalmente se neutralizó el ácido residual con dos kilogramos de hidróxido de sodio en escamas de uso industrial.

3.3.2 Preparación de las muestras de Plantas con flores

De igual manera las muestras de flores se procesaron con el método de acetólisis. Con la diferencia que, se disectaron y separaron las anteras de las otras partes florales, teniendo que sumergirse en una solución jabonosa (1 parte) con agua destilada (9 partes), hasta que las flores se hidrataron, luego se colocaron en un mortero y se maceraron las anteras, fue necesario filtrar el macerado con agua destilada (20 ml) para ello se utilizó un Tamiz de 60 µm. Este filtrado se recolectó en un beaker de 150 ml. Y se colocó en 2 tubos de ensayo, este paso

se realizó por cada muestra de flor, las cuales se pesaron en Balanza semianalítica a volúmenes iguales para ser centrifugados por 5 minutos a 3000 r.p.m. Posteriormente se adicionaron 5ml de ácido acético glacial, a las muestras de flores y se centrifugaron, luego se aplicó el método de acetólisis con anhídrido acético (9 partes) y ácido sulfúrico (1 parte) de esta dilución se colocaron 5ml a cada muestra de flor (Anexo-4) y se calentaron durante seis minutos aproximadamente en baño maría seco a una temperatura de 100°C, hasta que hubo un cambio de color a café oscuro. Nuevamente se centrifugaron las muestras y se decantaron en un beaker de 600ml (todo dentro de la capilla extractora de gases). Además, se añadieron 5ml de agua destilada para hacer el lavado de las muestras, se centrifugaron y decantaron por el desagüe en una pila de concreto, este paso se repitió una vez más. Para mantener humectados los granos de polen se añadieron 3 ml de glicerol a las muestras, se centrifugaron y decantaron en la pila, se colocaron los tubos boca abajo en la gradilla metálica y se cubrieron de la luz, por 24 horas.

3.3.3 Preparación de Laminillas permanentes

Para elaborar las laminillas de las muestras de miel se colocaron viñetas con la fecha de elaboración, número de municipio, número de muestra, número de cosecha, tipo de muestra y el nombre de quien la elaboró. Para las flores se colocaron dos viñetas una con el nombre común de la planta recolectada, fecha de elaboración, tipo de muestra y nombre de quien la elaboró y en la otra se colocó el nombre científico de la planta. El procedimiento consistió en cortar una pequeña porción de jalea de glicerina con una aguja, esta porción de glicerina se frotó en el interior del tubo que contenía el glicerol con los granos de polen y al haberse adherido los granos se colocaron en la laminilla portaobjetos 7.5cm x 2.5 cm. Este a su vez, se colocó sobre una plantilla, en donde se indicaba un punto central. La muestra con glicerina, se calentó suavemente en un Hot Plate hasta volverse líquida. Con otra aguja se colocaron dos pequeñas porciones de plastilina en puntos equidistantes a la posición de la muestra (se utilizó nuevamente la plantilla para ubicar los puntos). Se colocó la laminilla cubreobjetos 22x22 a la muestra y se presionó suavemente cada punto de la plastilina. En un costado de la laminilla se colocó una pequeña porción de parafina y se calentó con mucho cuidado, se dejó escurrir la parafina hasta embeber toda la laminilla. El exceso de la parafina se limpió con un escalpelo y con una toalla húmeda. Finalizado el procedimiento las laminillas de la Palinoteca se almacenaron en una caja plástica para 100 Slides (Figura A-12).

3.3.4 Caracterización de la miel

3.3.4.1 Identificación de las plantas con flores

La identificación de las flores se realizó con ayuda de un Especialista del Jardín Botánico, del Plan de la Laguna. Las muestras de flores se llevaron en bolsas de papel periódico rotuladas con su viñeta en la que se detalló nombre común de la planta recolectada, fecha y ubicación del apiario. Las plantas fueron identificadas por familia y especie (Cuadro A-1), con esta información se rotularon las laminillas de la Palinoteca. Cabe mencionar que este aporte fue a nivel botánico y de campo, y que a nivel de laboratorio solo se identificaron familias de flores en la miel. Del listado registrado del número de plantas por municipio se obtuvieron las principales familias distribuidas en los doce municipios (Cuadro 3).

3.3.4.2 Identificación de los granos de polen de la Palinoteca

Posteriormente a la elaboración de la Palinoteca o colección de referencia de polen (Sánchez, 2001), se observaron al microscopio cada una de las 144 laminillas ($72 \times 2 = 144$). Se utilizaron libros de Referencia de Granos de Polen de Roubik & Moreno (1991), Chávez, *et al.* (1991), Landaverde (2001) y Girón (1996) para verificar, comparar 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 (Figura A-14).

3.3.4.3 Identificación de granos de polen en la miel

Para identificar los granos de polen de las muestras de miel de los doce municipios del departamento de La Libertad se utilizó un microscopio óptico (objetivos 4X, 10X, 40X y 100X), la Palinoteca (muestras de plantas con flores recolectadas en los apiarios de los municipios del departamento de La Libertad), los Libros de Referencia de Granos de Polen de Roubik & Moreno (1991), Chávez, *et al.* (1991), Girón (1996), El Catálogo y Palinoteca de Granos de Polen del Noroeste de Chalatenango de PROMABOS (2001) del Laboratorio de Palinología y la Palinoteca del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de la Unidad Apícola (Figura A-14.c). Haciendo uso de dichas herramientas de referencia, se procedió a observar al microscopio los granos de polen presentes en la miel, comparándose con cada polen de las especies de plantas e identificándose de esta manera 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, observándose al microscopio 280 laminillas para la primera cosecha y 200 laminillas para la segunda cosecha de miel, haciendo un total de 480

laminillas (Figura A-13). Posteriormente se agruparon las familias de las plantas con flores identificadas en las frecuencias de clase del análisis Melisopalinológico de Louveaux *et al.* (1978), citado por Sánchez (2001), el cual indicó como Polen predominante un porcentaje mayor o igual a 45, Polen secundario 16-45%, Polen menor intermedio 3-15% y Polen menor a 3%. Estos resultados se presentaron en cuadros de frecuencia de clases (Cuadro A-2). Esto permitió establecer el origen botánico de las mieles, en otras palabras, caracterizar 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.

3.4 Metodología estadística

El departamento de La Libertad fue seleccionado en base al IV Censo Agropecuario (2007) de la Dirección General de Estadísticas y Censos del Ministerio de Economía, debido a que fue el departamento con mayor producción de miel (343,486 kilogramos). El estudio fue de tipo descriptivo, la caracterización de la miel se hizo con porcentajes totales y se establecieron las frecuencias fijas de clase según Sánchez (2001). Además, se utilizó el análisis de componentes principales, que es parte de los métodos multivariante que tiene como objetivo resumir un conjunto amplio de variables en un número reducido de nuevas variables, que explican la variabilidad existente en los datos con la mínima pérdida de información¹.

3.4.1. Tamaño de muestras para miel.

En base al IV Censo Agropecuario del año 2007, se tomó el registro del número de apiarios de los doce municipios. Haciendo un total de 110 apiarios, por lo que se implementó la siguiente fórmula estadística, para determinar el tamaño de muestra.

$n = Z^2 \sigma^2 N / (N-1) E^2 + Z^2 \sigma^2$ (Bonilla, 2000). Dónde:

n= Tamaño de la muestra.

Z= Valor crítico de un grado de confianza: 1.96.

σ = Desviación estándar: 8.90

N= Número de Apiarios: 110

E= Error máximo muestral: 3.

¹ Santos, W. 2019. Asesoría Estadística. (Entrevista). Departamento de Fitotecnia. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador.

$$n = (1.96)^2 (8.90)^2 (110) / (110-1) (3)^2 + (1.96)^2 (8.90)^2$$

$$n = (3.84) (79.21) (110) / (109) (9) + (3.84) (79.21)$$

$$n = 33,458.304 / 1285.1664 = 26 \text{ muestras de miel por cosecha.}$$

En la primera cosecha se recolectaron 35 muestras de miel de las cuales 28 provenían de 28 apiarios visitados y siete muestras que se recibieron en las oficinas de CONAPIS, municipio de Quezaltepeque. En cuanto a la segunda cosecha solo fue posible recibir 18 muestras de miel, de 18 apiarios y siete muestras más, que se recibieron en las oficinas de CONAPIS, para un total de 25 muestras.

3.4.2. Variables en estudio.

3.4.2.1. Granos de Polen Predominantes.

Se identificó como polen predominante un porcentaje mayor o igual a ≥ 45 y se clasificó como miel Monofloral (Sánchez, 2001).

3.4.2.2. Granos de Polen Secundarios o dominados.

Se identificó como Polen secundario o Dominado, a un porcentaje de 16 a 45 y se clasificó la miel como Multifloral. Esta clasificación también incluye los porcentajes del Polen menor intermedio (3-15%) y Polen menor ($\leq 3\%$) (Sánchez, 2001). Se utilizó el análisis estadístico de Componentes Principales para agrupar dicha clasificación con el programa estadístico Past versión 3.25.

3.4.2.3. Identificación botánica de las Familia de plantas con flores.

Se colectaron las plantas con flores en un perímetro de 1 kilómetro, haciéndose los recorridos o caminatas en línea recta, en cada uno de los apiarios visitados. Se elaboró una lista con el número de plantas con flores de los doce municipios y se identificaron las familias más abundantes.

3.4.2.4. Relación existente entre Municipios y Familia de plantas con flores.

Se elaboró una base de datos en Microsoft Excel con el listado de plantas con flores registradas en los doce municipios. Para determinar si los municipios eran similares por las diferentes familias, se utilizó el análisis de componentes principales y se aplicó a los datos el programa estadístico Past versión 3.25, donde las columnas constituyeron los municipios muestreados y las filas las familias de las flores.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Granos de Polen Predominantes.

Se caracterizaron doce muestras de miel de abejas melíferas como monoflorales pertenecientes a cinco municipios del departamento de La Libertad. El municipio de Quezaltepeque fue el de mayor número de muestras que resultaron monoflorales, cinco en total, seguido por el municipio de La Libertad con tres muestras monoflorales, el municipio de Sacacoyo con dos muestras monoflorales y los municipios de Jayaque y Talnique con una muestra Monofloral cada uno. Se identificaron a las familias *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Myrtaceae* y subfamilias *Papilionaceae* y *Mimosaceae* de la familia *Fabaceae*; las cuales presentaron porcentajes mayores a 45 (Cuadro1). El 66.7% de la miel pertenecía a la primera cosecha, la cual correspondía a los meses de noviembre del año 2017 a enero de 2018 y el 33.3% fueron de la segunda cosecha, correspondiente a los meses de febrero a marzo de 2018.

Cuadro 1. Clasificación de Mieles Monoflorales

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

Según la metodología propuesta por Louveaux, *et al.* (1978) citado por Tellería, *et al.* (2000) un polen dominante debe ser mayor a 45%. La familia *Asteraceae* fue la que presentó mayores porcentajes, posiblemente por la abundancia de las plantas de esta familia que presentan flores de fácil acceso a las abejas, de las cuales pueden obtener polen como también néctar, 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). Concordando con Bertrand *et al.* (1972), citado por Castillo (2002) el cual dice que la cantidad de azúcar contenida en el néctar varía entre 5 y

80% y que las abejas no recogen el que contenga menos del 14% salvo si sólo disponen en un momento de esa fuente y si es abundante. Posiblemente las familias identificadas como monoflorales en este estudio ofrecieron un porcentaje similar para que las abejas las pecorearan.

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.

Méndez (2006) reportó, en cinco municipios de Honduras mieles monoflorales pertenecientes a las especies de guayaba (*Psidium guajava*, Myrtaceae); manzana (*Syzygium jambos*, Myrtaceae); zarza dormilona (*Mimosa púdica*, Leguminosaceae); chupachupa (*Combretum fruticosum*, Combretaceae); jocote (*Spondias purpurea*, Anacardiaceae); capulín (*Trema micrantha*, Ulmaceae) y flor azul (*Ageratum conyzoides*, Asteraceae) resultados que son parecidos a los reportados en el estudio por tener a las familias Myrtaceae, Leguminosaceae y Asteraceae.

En la provincia de Alajuela, Costa Rica Landaverde *et al.* (2002) determinó las fuentes de polen en la dieta de abejas *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*. Las cuales fueron de las familias *Asteraceae*, *Poaceae*, y la subfamilia *Papilionaceae* (*Fabaceae*) se encontró especies como *Syzygium jambos*, *Cordia alliodora* y *Mimosa púdica*. Dichas Familias fueron similares a lo caracterizado en las mieles de *Apis Mellífera*. Para El Salvador, Landaverde *et al.* (2002) afirmó que las fuentes de néctar con importancia en la dieta de abejas de la especie *Melipona beecheii* son de la familia *Asteraceae* de la especie *Montanoa hibiscifolia* y *Cordia alliodora* de la Familia *Boraginaceae*. A pesar de ser una información para especies de abejas sin aguijón, concuerda con los resultados encontrados en las mieles de *Apis mellífera*.

4.2 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. Se identificaron 21 familias, las cuales fueron las familias *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Poaceae* y la subfamilia *Papilionaceae* de la familia *Fabaceae*, quienes presentaron un mayor porcentaje a nivel de municipios. Seguido por las familias *Myrtaceae*, *Bignoniaceae*, *Convolvulaceae*, subfamilia *Mimosaceae* (*Fabaceae*), *Combretaceae*, *Amaranthaceae*, *Malpighiaceae*, *Polygonaceae*, *Malvaceae* y *Ranunculaceae*. Siendo las familias *Melastomataceae*, *Rubiaceae*, subfamilia *Caesalpinioideae* (*Fabaceae*), *Rutaceae*, *Muntingiaceae*, *Verbenaceae*, *Pinaceae*, *Cochlospermaceae* y *Cucurbitaceae* las que presentaron un menor porcentaje a nivel de municipio (Cuadro 2).

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>	12.90	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	3.70	0	8.33	6.66	0
<i>Bignoniaceae</i>	12.90	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	7.40	11.11	10.41	6.66	0.06
<i>Combretaceae</i>	6.45	4.05	4.95	10.52	14.28	0	7.40	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	2.70	1.98	5.26	0	0	1.23	0	0	0	0
<i>Mimosaceae</i>	12.90	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>	12.90	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	2.70	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	3.70	0	2.08	6.66	0
<i>Melastomataceae</i>	6.45	2.70	1.95	0	0	0	1.23	0	0	13.3	0
<i>Myrtaceae</i>	12.90	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

Las dos muestras de miel del municipio de Sacacoyo resultaron Monoflorales por lo que no se incluyó en esta variable. Cuando el coeficiente de correlación Cofenética (coeficiente de correlación lineal) es cercano a 1, indica que el grado de relación del Dendrograma es alto. Se tuvo como resultado un coeficiente de 0.9984, lo que indicó la confiabilidad de los datos.

Los cantones que tuvieron mieles multiflorales con polen secundario o dominado (16-45%), fueron: El Zorrillo (Tacachico), El Transito (Talnique), Los Palmitos (San Matías), Las Gradillas (Santa Tecla), San Diego, El Majahual, Melara del municipio de La Libertad, El Salitre, S.L, San Lauriano, Macanse, Platanillos del municipio de Quezaltepeque, Buenos Aires, Tarpeya del municipio de Tamanique, Finca San José (Tepecoyo), Agua Escondida, San Nicolás, Los Albertos del municipio de San Juan Opico y Las Minas (Jayaque), ubicados en la parte central del dendrograma.

Los cantones Buenos Aires (Tamanique), San Rafael (La Libertad), La Montañita, El Cerrito, El Paraíso del municipio de Tacachico, Zacamil (Tepecoyo) y Los Amates (San Juan Opico) presentaron mieles multiflorales con Polen menor Intermedio (3-15%), ubicados en la parte superior derecha del dendrograma. Y los cantones Entre Ríos, Lourdes del municipio de Colón, El Salitre (Quezaltepeque), El Morro, El Zorrillo del municipio de Tacachico y Las Flores (Jayaque) presentaron mieles multiflorales con polen Menor (< 3%) ubicados en la parte superior izquierda del dendrograma (Figura 1).

Las mieles con muchos tipos de polen son denominadas mieles multiflorales, característico de las mieles de los trópicos, debido a la diversidad de plantas con flor que pueden visitar las abejas (Sánchez, 2001). Resultado que concuerda con las observaciones de Alvarado y Delgado (1985) citado por Girón (1996), quienes afirmaron que *Apis mellífera* utiliza diferentes recursos alimenticios a lo largo del año y que el mayor porcentaje de polen encontrado, corresponde con el máximo de floración de las familias de la zona.

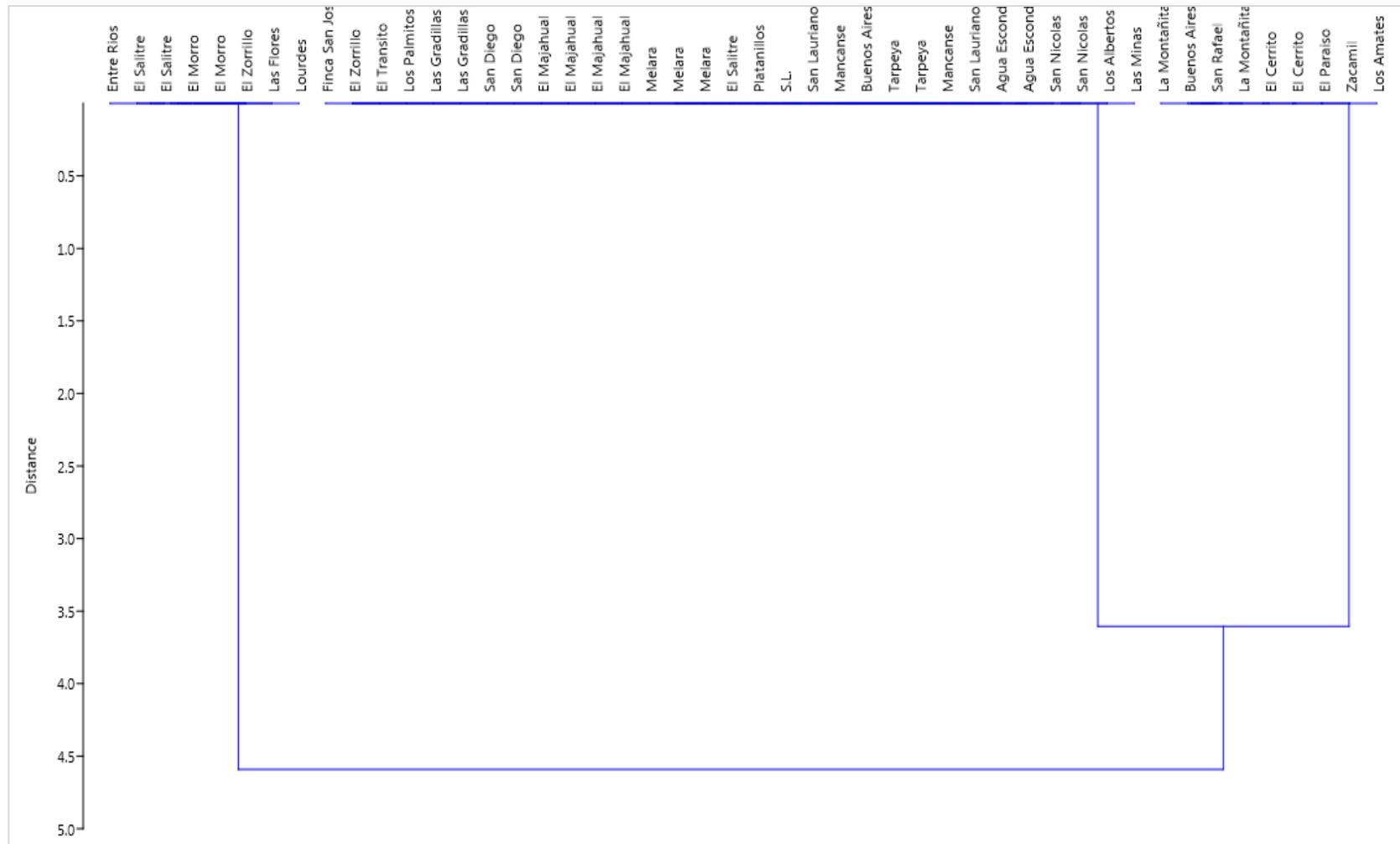


Figura 1. Dendrograma basado en el índice de Jaccard (similitud Chao *et al.* 2005) Cantones del departamento de La Libertad en los que se caracterizó la miel.

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 melífera, por lo que recursos representados de más del 10%, son considerados las fuentes más importantes de polen o néctar. Según Castillo (2002) la atracción de una especie hacia la abeja depende de las cualidades propias de la flor, de las necesidades de la colmena y de factores medioambientales, actividad de otros polinizadores y el clima.

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 estas siete familias. Méndez (2006) reportó en Honduras el análisis de 62 muestras de miel procedentes de 5 departamentos, encontrándose como resultado 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 mucho con la familia, el género, la especie y la variedad, en algunos casos, también se ve afectada la producción de néctar de una variedad con factores como; abonado, agua disponible en el suelo, humedad relativa, hora del día, clima, estado sanitario, la altitud e incluso la 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 los cantones Entre Ríos, El Salitre, El Morro, El Zorrillo, Las Flores y Lourdes de este estudio.

4.3. Identificación botánica de las Familia de plantas con flores.

Se registraron 289 ejemplares de plantas con flores distribuidas en los doce municipios del departamento de La Libertad (La Libertad 43, Tamanique 39, San Juan Opico 37, San Pablo Tacachico 36, San Matías 23, Sacacoyo 22, Talnique 22, Colón 18, Quezaltepeque 17, Jayaque 12, Santa Tecla 11, y Tepecoyo 9). La identificación botánica de las plantas con flores fue de 100 ejemplares, obteniéndose como resultado 37 familias, 11 géneros y 100 especies (Cuadro A-1), de estas especies, 72 están incluidas en la Palinoteca (Figura A-13.7) elaborada en este

estudio, además de encontrarse dos especies En Peligro (*Dalbergia chontalensis* y *Dalbergia melanocardium*) y dos Amenazadas (*Diphysa americana* y *Leucaena shannonii*) según Listado oficial de especies de vida silvestre amenazadas o en peligro de extinción (MARN, 2015). De las 36 familias (Cuadro A-1) identificadas por el especialista del Jardín Botánico, solo 21 familias fueron identificadas a nivel de laboratorio en las mieles monoflorales y multiflorales (Cuadro A-2) 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* (Cuadro 3) fueron las principales plantas con flores con mayor frecuencia en los doce 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 monoflorales y multiflorales caracterizadas en este estudio.

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 melisopalinológicos que demuestran un número reducido de especies, hasta 26 especies de importancia apícola según la región. El estudio antes mencionado tiene similitud, con el resultado obtenido en campo y a nivel botánico, ya que se identificaron 100 especies de plantas (Cuadro A-1), pero a nivel de laboratorio, en la miel, solo se identificaron a 21 familias de importancia apícola, un número muy reducido, pero semejante a lo que se reporta en estudios melisopalinológicos de México.

En El Salvador Witsberger, *et al.* (1982) reportó 144 especies nativas de árboles en el Parque Deininger, especies que se encuentran distribuidas ampliamente en el país y en toda América Central. Por otra parte, 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 a las familias *Polygonaceae*, *Combretaceae*, *Convolvulaceae*, subfamilia *Caesalpinioideae* y *Mimosaceae* de la familia *Fabaceae*, resultados que son similares a las familias identificadas a nivel de laboratorio en la caracterización de las mieles multiflorales, como también a nivel de campo y de identificación botánica.

Cuadro 3. Familias identificadas en un perímetro de 1 kilómetro en los apiarios

Familia	MUNICIPIOS												Total
	SAC	TAL	COL	JAY	LAL	QUE	SJO	SM	SPT	STE	TAM	TEP	
Anacardiaceae	1	1	2		2		2	1	2		2	2	15
Asteraceae	4	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1		22
Bignoniaceae	2	1			2	1	1	1	3	1	2		14
Boraginaceae	1	1		1	2	1	2	1	2	1	2	1	15
Convolvulaceae		1	1	1	1	1	1	2	1	1	2		12
Fabaceae		1	1	1	3	1	4		4		4	1	20
Malvaceae					2		1	2	1		3		9
Subfamilia Mimosaceae		1	1		3	1		2	2		1	1	12
Subfamilia Papilionaceae		1		1	1	1	2	2	1	1			10
Rubiaceae		1		1	1		2	1	1	1	2		10
Total	8	10	6	7	19	8	17	14	19	7	19	5	139

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.

4.4 Relación existente entre Municipios y Familia de plantas con flores.

Al realizar el análisis de los datos se determinó que 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, ambas componentes principales uno y dos explican el 70.08% (30% lo explican 10 componentes principales) de la variación total existente en los datos (Anexo 5). Como el porcentaje de variación explicada es alto, las dimensiones necesarias para representar el análisis de los datos son dos componentes principales (las columnas son los municipios y las filas las 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, Talnique. Mientras que para el componente principal dos fueron los municipios (variables) de Sacacoyo, Santa Tecla y Quezaltepeque (Anexo 6).

En la Figura 2, se puede observar 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 de la Figura 2, se observa que los municipios Sacacoyo, Santa Tecla y Quezaltepeque están relacionados entre sí por el tipo de flores de la familia *Asteraceae* (Ast), *Bignoniaceae* (Big). En la parte izquierda de la Figura 2, se observa que las familias podrían estar presentes en una cantidad menor en los municipios muestreados.

Jacinto, *et al.* (2016) utilizaron el análisis de componentes principales (ACP) en la clasificación melisopalinología de mieles de *Apis mellifera* en seis municipios del estado de Tabasco, México. Colectaron 38 muestras de miel, de las cuales se 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. Dicha investigación fue similar por la relación existente entre tres municipios con la familia *Fabaceae*. También por la presencia de las familias *Myrtaceae* y *Polygonaceae*.

5 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*.

De las 48 muestras de miel clasificadas como multiflorales se obtuvieron 16 cantones con polen secundario, seis cantones con polen intermediario y cuatro cantones con 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*). Como 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.

6 RECOMENDACIONES

Los Apicultores deberían buscar financiamiento en proyectos de melisopalinología a través de las instituciones gubernamentales como Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal y ONG´s.

La implementación de programas de reforestación y conservación de las familias de flores *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Myrtaceae*, subfamilias *Papilionaceae* y *Mimosaceae (Fabaceae)* identificadas en las mieles monoflorales, pueden ser a corto plazo. Ejecutadas por los apicultores, estudiantes y/o instituciones competentes, tales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería, la Comisión Nacional Apícola de El Salvador, Universidad de El Salvador, Alcaldías y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Para brindarle un valor agregado a la miel el Ministerio de Agricultura y Ganadería, específicamente la División de Inocuidad Apícola, debería incluir el origen botánico como un parámetro adicional a los análisis fisicoquímicos que determinan la calidad e inocuidad de la miel.

7 BIBLIOGRAFIA

Amaya Márquez, M. 2009. Constancia foral en abejas: una revisión de teorías y una comparación con otros polinizadores. (en línea) Revista Colombiana de Entomología. Bogotá, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. P.2. Consultado 19 de febrero 2020. Artículo de revisión. Disponible en: <file:///D:/Constancia-floral-Colombia.pdf>.

Alfaro Bates, RG; Ortiz Díaz, JJ; González Acereto, JA. 2007. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Plantas melíferas: Melisopalinología. (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%20_melisopalinologia.pdf

Alfaro Bates, RG; González Acereto, JA; Ortiz Díaz, JJ; Viera Castro, FA; Burgos Pérez; AI; Martínez Hernández, E; Ramírez Arriaga, E. 2010a. Caracterización Palinológica de las Mieles de La Península de Yucatán. (en línea). Mérida, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Yucatán. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Dirección General de Desarrollo Académico. 156 p. Consultado 19 de febrero de 2020. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/mieles.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.

Araniva, MI; Guirola, EM. 2002. Identificación de adulteración por azúcar invertida, humedad y acidez en miel de abeja. Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer. San Salvador. P 10-17

BCR (Banco Central de Reserva de El Salvador). 2019. Revista Trimestral. (en línea). Octubre-diciembre. ISSN. El Salvador. p.36. Consultado 14 Julio 2020. Disponible en: <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1168043740.pdf>

Bianchi, E.M. 1990. Control de calidad de la miel y la cera. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Centro de Investigación Apícola. República de Argentina. P 9-12.

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 mellifera* 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 mellifera*) 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 http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/A-B-C/CastilloSergio2002.pdf

Chamorro J, F; Nastes Parras, G; Kondo, T. 2013. Mielato de *Stigmacoccus asper* (hemíptera: Stigmacoccidae): recurso melífero de bosques de roble en Colombia. (en línea). Colombia. Revista Colombiana de Entomología. Sección Básica. N°39. P 61-70. Consultado 21 de septiembre de 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v39n1/v39n1a12.pdf>

Chao, A; Chazdon, RL; Colwell, RK; Shen, T-J. 2005. Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades alfa, beta y gamma. Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. Halffter, G; Soberón, J; Kolff, P; Melic, A «ed(s).» (en línea). Zaragoza, España. S.E.A./CONABIO/DIVERSITAS/CONACYT. P 7. Consultado 24 ene. 2020. Disponible en: <http://viceroy.colorado.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/References/ChaoEtAl2005Sp.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, MEXICO. Centro de Investigación de Quintana Roo. Proyecto Regional de Meliponicultura PRM UNA-RUU. México D.F. P 26-136.

Cobo O, A.1980. El polen. Recogida, Manejo y Aplicaciones. (en línea). Madrid, España. Ministerio de Agricultura. PUBLICACIONES DE EXTENSIÓN AGRARIA Bravo Murillo, 101. N°8/80. 16p. Consultado 21 septiembre de 2019. "Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura". Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd1980_08.pdf

Corral M, BH. 1984. Análisis polínico en muestras de miel de abejas en algunas regiones del departamento de Antioquia. Colombia. Actualidades Biológicas. V 13. Nº49. 57-65p.

Girón Vanderhuck, M. 1996. MELITOPALINOLOGIA. "Recolección de polen y néctar por *Apis Mellífera* 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 mellífera* 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 / archivos CA/7186-UAGRO-CA-117-2017-1-57603. pdf](http://promepca.sep.gob.mx / archivos CA/7186-UAGRO-CA-117-2017-1-57603. pdf)

Handal, S. 2000. Apicultura. Domínguez, C; González, R. CRECER-CORDES. San Andrés, El Salvador. P 82-91

Insuasty, E.G; Martínez Benavides, J.; Jurado Gámez, H. 2015. Evaluación del proceso productivo apícola, basado en la caracterización Etológica de la abeja (*Apis mellífera*). (en línea). Colombia. Veterinaria y Zootecnia. V. 9. Nº1. 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. 2017a. Determinación Melisopalinología de miel de abeja mellífera producida con flora de clima frío, principalmente *Trifolium repens* L. (en línea). Pasto, Colombia. Veterinaria y Zootecnia. V 11. Nº1. 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-melisopalinologica-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 melisopalinológica de las mieles de *Apis mellífera* L. (en línea). México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Nº14. Consultado 15 oct. 2019. Publicación especial. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001002831

Lagos, JA. 1975. Pólenes Anemófilos de El Salvador. Editorial Universitaria. Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, Centro América. P 7-15

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.

Leiva, G.A.1983. Las abejas su explotación Racional. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez". El Salvador. P 72-84.

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/p/fao/011/a1250f/annexes/CountyReports/El Salvador .pdf](http://www.fao.org/tempref/docrep/p/fao/011/a1250f/annexes/CountyReports/El%20Salvador.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/>

Martínez-Hernández, E; Cuadrillo-Aguilar, JI; Téllez-Valdez, O; Ramírez-Arriaga, E; Sosa-Nájera, MS; Melchor-Sánchez, JEM; Medina-Camacho, M; Lozano-García, MS.1993. Atlas de plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacuma, Chiapas, México. México, DF. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. P 15-17

Méndez, K. 2006. Análisis Melisopalinológico 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>

Menjívar, A. 1997. Apicultura para Pequeños Productores; Curso de Inducción. San Salvador, El Salvador. IICA-Holanda/LADERAS C.A. CDS Nueva Concepción Comité de Desarrollo Sostenible. CDS Jocorro Comité de Desarrollo Sostenible. 21p.

Monro, A; Diccon, A; Reyes, J; Renderos, M; Ventura, N. 2001. Árboles de los Cafetales de El Salvador. San Salvador, El Salvador. Department of Botany, The Natural History Museum, Cromwell Road, London. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. PROCAFE. Universidad de El Salvador. Jardín Botánico La Laguna. DARWIN INITIATIVE. 181P.

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.

NSO (Norma Salvadoreña). 2001. Miel de abejas. Especificaciones (segunda actualización). (en línea). CONACYT. San Salvador, El Salvador, Centro América. 12 p. Consultado 24 enero 2020. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.sv/images/stories/varios/NORMAS/PRODUCTOS%20APICOLAS/NSO67.19.01.08%20MIEL%20DE%20ABEJA.pdf>

OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2011. Información general sobre enfermedades animales. Enfermedades de las abejas. (en línea). Paris, Francia. Consultado 10 ago. 2019. Ficha de información. Disponible en: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Diseasecards/BEES-ES.pdf

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. 29 P. Consultado 24 enero 2020. Disponible en: <file:///C:/Users/ELY/Downloads/Manual%20de%20Buenas%20Practicas%20en%20la%20Produccion%20Primaria%20en%20Apicultura.pdf>

OIRSA. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2007. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para Plantas Exportadoras de Miel de Abeja. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador Centro América. 32p.

OIRSA. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2015. Manual de Buenas Prácticas Apícolas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Santa Tecla, El Salvador. 40p.

Persano, AL. 2004. Apicultura Práctica. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. P 213-220

Philippe, JM. 2008. Guía del Apicultor. Utilizables en todas las regiones apícolas del mundo. Trad. Font, J. Barcelona, España. Ediciones Omega. P 215-217

Pino, JA. 2012. Determinación del origen floral de la miel de abeja mediante el análisis de los componentes volátiles. Ciencia y Tecnología de Alimentos. (en línea). La Habana, Cuba. V 22. N°1. P. 71-72. Consultado 10 de agosto 2019. Disponible en: [http:// biblioteca. ues.edu.sv / virtual/ kiosko/ index. php](http://biblioteca.ues.edu.sv/virtual/kiosko/index.php)

Prost, JP. 2014. Apicultura: Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. 4ed. Trad. Le Conte, Y; Mé dori, P. Mundi-Prensa. Francia. P 437-500

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.

Root, AI. 1973. ABC y XYZ de la Apicultura: Enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas. Trad. LJ, Mulvany.8 ed. Argentina. Copyright. P 27-393

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.

Santos C, HC. 2004. Malezas comunes de El Salvador. (en línea). Tesis. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 151p. Consultado el 06 de septiembre 2019. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/1673/1/13101231.pdf>

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, I; Laza, AR. 2003. Análisis de polen Corbicular. (en línea). Consultado 01 sep.2019. Manual. Disponible. En: http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eco_etologi_co_abejas/es_doc/adjuntos/analisis_polinico.pdf

Tellería, MC; Forcone, A. 2000a. 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>

Witsberger, D; Current, D; Archer, E. 1982. Árboles del Parque Deininger. División de Parques Nacionales y Vida Silvestre. Instituto Salvadoreño de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura y Ganadería. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. DIRECCION DE PUBLICACIONES. San Salvador, El Salvador. Centro América. 331p.

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

8 ANEXOS

Cuadro A-1. Especies de flores identificadas, por el especialista del Jardín Botánico, Plan de La Laguna.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Aportación	Forma de vida
<i>Abelmoschus esculentu</i>	Malvaceae	Okra	Néctar	Hortaliza
<i>Acassia riparia</i>	Mimosaceae	Zarzo	Néctar	Árbol
<i>Aeschynomene americana</i>	Fabaceae	No	No	Hierba
<i>Ageratum coryzoides</i>	Asteraceae	Mejorana	Polen	Herbácea
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Simarubaceae	Plumajillo	No	Árbol
<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	Marañón	Néctar	Árbol
<i>Andira inermis</i>	Papilionaceae	Almendro de río	Néctar	Árbol
<i>Antigonum leptopus</i>	Polygonaceae	Colación	Néctar	Bejuco
<i>Aphelandra sp.</i>	Acanthaceae	Cola de gallo	Néctar	Arbusto
<i>Arrabidaea</i>	Bignoniaceae	No	No	Bejuco
<i>Bauhinia unguolata</i>	Caesalpinioideae	Pie de venado	Néctar	Arbusto
<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	Achiote	Polen	Árbol
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Nance	Néctar/Polen	Árbol
<i>Caesalpinia eriostanchys</i>	Caesalpinioideae	Pintadillo	Néctar	Árbol
<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae	Gandul	Néctar	Arbusto
<i>Calistemon viminalis</i>	Myrtaceae	Calistemo	Néctar	Arbusto
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Rubiaceae	Sálamo	Néctar	Árbol
<i>Casearia arguta</i>	Salicaceae	Huesito	Néctar	Arbusto
<i>Casearia corymbosa</i>	Salicaceae	Confurio	Néctar	Arbusto
<i>Cassia grandis</i>	Caesalpinioideae	Carao	Néctar	Árbol
<i>Chloris pilosa</i>	Poaceae	No	No	Herbácea
<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae	No	Polen	Arbusto
<i>Cissus verticillata</i>	Vitaceae	Comemano	Néctar	Arbusto
<i>Citricus latifolia</i>	Rutaceae	Limón péscico	Néctar	Arbusto
<i>Clematis acapulcensis</i>	Ranunculaceae	Cabello de ángel	Néctar	Trepadora
<i>Cobaea lutea</i>	Polemoniaceae	Cobaea	No	Herbácea
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	Tecomasucho	Néctar	Árbol
<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae	Café	Néctar	Arbusto
<i>Colubrina heteroneura</i>	Rubiaceae	Crucito	Néctar	Arbusto
<i>Combretum fruticosum</i>	Combretaceae	Chupamiel	Néctar	Arbusto
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Laurel	Néctar/Polen	Árbol
<i>Cordia dentata</i>	Boraginaceae	Tihuilote	Néctar	Árbol
<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae	Morro	Néctar/Polen	Árbol
<i>Crotalaria longirostrata</i>	Leguminosaceae	Chipilín	Néctar	Arbusto
<i>Curatella americana</i>	Dilleniaceae	Malcajaco	No	Árbol
<i>Dalbergia chontalensis</i>	Leguminosaceae	Costilla del diablo	Néctar	Arbusto
<i>Dalbergia melanocardium</i>	Papilionaceae	Ébano	Néctar	Árbol
<i>Desmodium infractum</i>	Papilionaceae	Amor con todo	Néctar	Hierba
<i>Diphysa americana</i>	Papilionaceae	Guachipilín	Néctar	Árbol
<i>Eugenia malaccensis</i>	Myrtaceae	Marañón japonés	Néctar/Polen	Árbol
<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae	Madrecacao	Polen /Néctar	Árbol
<i>Gouania lupuloides</i>	Rhamnaceae	Jaboncillo	No	Bejuco
<i>Inga paterno</i>	Mimosaceae	Paterno	Polen/Néctar	Árbol

<i>Inga</i> sp	Mimosaceae	Pepeto	Néctar/Polen	Árbol
<i>Ipomea</i> sp	Convolvulaceae	Campanilla	Néctar	Enredadera
<i>Ipomoea arborescens</i>	Convolvulaceae	Siete pellejos	Néctar	Árbol
<i>Iresine calea</i>	Amaranthaceae	Monte de chivo	Polen	Hierbas
<i>Lantana cámara</i>	Verbenaceae	Cinco negrito	Néctar	Arbusto
<i>Lasianthaea fruticosa</i>	Asteraceae	Tatascame	Néctar	Arbusto
<i>Leucaena shannonii</i>	Fabaceae	Cuaje	Néctar	Árbol
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	Fabaceae	Cincho	Néctar	Árbol
<i>Lonchocarpus schiedeanus</i>	Fabaceae	Flor de culebra	Néctar	Árbol
<i>Luffa aegyptiaca</i>	Cucurbitaceae	Paste	Néctar/Polen	Trepadora
<i>Mangífera indica</i>	Anacardiaceae	Mango	Néctar	Árbol
<i>Melampodium divaricatum</i>	Asteraceae	Botón de oro	Néctar	Arbustos
<i>Melanthera nivea</i>	Asteraceae	Tarara	Néctar	Hierbas
<i>Melochia pyramidata</i>	Sterculiaceae	No	No	Arbusto
<i>Merremia aegyptia</i>	Convolvulaceae	No	No	Herbácea
<i>Merremia umbellata</i>	Convolvulaceae	Cuaje de hule	Néctar	Herbácea
<i>Mikania micrantha</i>	Asteraceae	Cabello ángel	Polen	Bejuco
<i>Mimosa albida</i>	Fabaceae	Mimosa	Néctar	Arbusto
<i>Mimosa púdica</i>	Mimosaceae	Dormilona	Néctar	Planta
<i>Montanoa atriplicifolia</i>	Asteraceae	Santa Catarina	Néctar	Arbusto
<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	Teberinto	Polen	Árbol
<i>Mucuna pruriens</i>	Fabaceae	Grano de terciopelo	Néctar	Planta
<i>Muntingia calabura</i>	Tiliaceae	Capulín	Néctar	Árbol
<i>Myrospermum frutescens</i>	Fabaceae	Balsamillo	Néctar	Árbol
<i>Passiflora foetida</i>	Pasifloraceae	Granadillita	No	Herbácea
<i>Pennisetum purpureum</i>	Poaceae	Zacate morado	Polen	Planta
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Aguacate	Néctar	Árbol
<i>Perymenium grande var. grande</i>	Asteraceae	No	No	Árbol
<i>Phitecollobium dulce</i>	Mimosaceae	Mangollano	Néctar	Árbol
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Malvaceae	Chilo	Néctar	Árbol
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Guayabo	Néctar	Árbol
<i>Ruellia inundata</i>	Acanthaceae	Hierva del chivo	No	Hierbas
<i>Samanea saman</i>	Mimosaceae	Zorra	Néctar/Polen	Árbol
<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	Pacún	Polen	Árbol
<i>Senegalia riparia</i>	Mimosaceae	Zarzo	Néctar	Arbusto
<i>Senna hirsuta</i>	Caesalpinioideae	Barajo	Néctar	Arbusto
<i>Senna nicaraguensis</i>	Caesalpinioideae	Caraguillo	Néctar	Árbol
<i>Senna obtusifolia</i>	Fabaceae	Cuetillo	Néctar	Arbusto
<i>Senna pallida variedad pallida</i>	Caesalpinioideae	Moco de chumpe	Néctar	Arbusto
<i>Senna reticulata</i>	Caesalpinioideae	Caraguillo	Néctar	Árbol
<i>Sesamun indica</i>	Pedaliaceae	Ajonjolí	Néctar	Hortaliza
<i>Sida glomerata</i>	Malvaceae	Escobilla	Néctar	Herbácea
<i>Simsia foetida</i>	Asteraceae	Varabofa	Néctar	Hierba
<i>Simsia foetida variedad grandiflora</i>	Asteraceae	Flor amarilla	Néctar	Hierba
<i>Sorghum vulgare</i>	Poaceae	Maicillo	Polen	Hierba
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	Cortez blanco	Néctar	Árbol
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	Maquilishuat	Néctar/Polen	Árbol
<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	San Andrés	Néctar	Arbusto
<i>Thitonia rotundifolia</i>	Asteraceae	Botón de oro	Polen	Arbustos
<i>Tithonia diversifolia</i>	Asteraceae	No	No	Arbustos

<i>Tridax procumbens</i>	Asteraceae	Hierba del toro	Néctar	Planta
<i>Vachellia farnesiana</i>	Mimosaceae	Espino blanco	Néctar	Arbusto
<i>Verbesina turbacensis</i>	Asteraceae	Capitaneja	Polen	Árbol
<i>Waltheria indica</i>	Sterculiaceae	Escobillo blanco	Néctar	Arbusto
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Rutaceae	No	No	Árbol
<i>Zea mays</i>	Poaceae	Maíz	Polen	Planta

Cuadro A-2 Clasificación botánica de mieles multiflorales de once municipios del departamento de La Libertad (%)

Municipio	Cantón	Ast	Ama	Big	Bor	Com	Con	Coc	Cuc	Cae	Mim	Pap	Poa	Mav	Mal	Mel	Myr	Pi	Ran	Rub	Rut	Ver	Clasificación	
Tamanique	Tarpeya ¹	3.79		11.8	2.37	0.47	1.9				44.5	1.42	28.9			4.27	0.47							Multifloral
Tamanique	Tarpeya ²	37.1		2.86							5.71	5.71	42.8			2.86	2.86							Multifloral
Tamanique	Buenos Aires ¹	3.16		1.05							9.47		71.5				14.7							Multifloral*
Tamanique	Buenos Aires ²	1.8		0.45	0.9	4.27					22.9	4.04	62.7		0.9		1.8							Multifloral
Quezaltepeque	Macance ¹	9.33	4.66	13.33	25.3					1.33	7.33	24	2				10							Multifloral
Quezaltepeque	Macance ²	7.69	7.69		15.3						7.69	38.4					7.69		15.3					Multifloral
Quezaltepeque	Salitre ¹	1									0.5	0.5	2											Multifloral**
Quezaltepeque	Salitre ²				1						1	1	1				1							Multifloral**
Quezaltepeque	San Lauriano ¹	20.45	2.27	4.54		9.09					4.54	36.3	2.27			2.27	11.36			6.81				Multifloral
Quezaltepeque	San Lauriano ²	34.42	4.91	14.75	9.83		6.55	1.63	3.27		1.63	9.83	9.83		1.63						1.63	1.63		Multifloral
Quezaltepeque	S.L. ¹	30.63	6.31		1.8		1.8			21.62	14.41		20.7	0.9			1.8							Multifloral
Quezaltepeque	Platanillos ¹	21.92		2.74	6.85	1.37	2.74				27.4	6.85	26			1.37	2.74							Multifloral
Quezaltepeque	El Salitre ¹			3.13	3.13	15.83						28.13	40.6	6.25			3.13							Multifloral
La Libertad	Melara ¹	7.14		3.57	6.55		2.68				16.96	36.01	8.63	1.19	2.98		11.9	0.6	0.3	0.3	0.3			Multifloral

¹Primera cosecha de miel noviembre-diciembre 2017. ²segunda cosecha de miel enero-febrero 2018. *=Polen intermedio y menor. **=Polen Menor. Ast= Asteraceae, Ama= Amaranthaceae. Big= Bignoniaceae, Bor=Boraginaceae, Com=Combretaceae, Con= Convolvulaceae, Coc=Cochlospermaceae, Cuc=Cucurbitaceae, Cae=Caesalpinoideae, Mim=Mimosaceae, Pap= Papilionaceae, Poa=Poaceae, Mav=Malvaceae, Mal= Malpighiaceae, Mel= Melastomataceae, Myr= Myrtaceae, Mun= Muntingiaceae, Pin=Pinaceae, Pol=Polygonaceae, Ran= Ranunculaceae, Rub=Rubiaceae, Rut= Rutaceae, Ver= Verbenaceae.

Cuadro A-2. Continuación.

Municipio	Cantón	Ast	Ama	Big	Bor	Com	Con	Cuc	Cae	Mim	Pap	Poa	Mav	Mal	Mel	Myr	Mun	Pi	Pol	Ran	Rub	Rut	Ver	Clasificación
La Libertad	Melara ¹	7.37			0.81	1.22	11.88		1.22	40.57	2.46	29.5	0.41			3.27				1.2				Multifloral
La Libertad	Melara ²	13.21		1.89	7.55		18.87			1.89	22.64	18.87				5.66				1.9				Multifloral
La Libertad	Majahual ¹			2.54	3.23	1.39	2.77			18.24	4.16	54.27	0.23	4.16		0.69	1.85							Multifloral
La Libertad	Majahual ²		6.66	13.33	13.33						6.66	33.3	6.66							20				Multifloral
La Libertad	Majahual ¹	3.59	1.03	5.64	8.21	8.72				5.64	40	12.8				10.77				0.5	2.56			Multifloral
La Libertad	Majahual ²	2.38		2.38	14.29	9.62				4.76	33.3	4.76	16.67	2.38	2.38	4.76		2.38						Multifloral
La Libertad	San Diego ¹	23.33		3.33	6.67					10	3.33	30				16.67		3.33						Multifloral
La Libertad	San Diego ²	18.39	1.15		8.05		1.15			5.75	4.6	22.99	1.15			27.59				11				Multifloral
La Libertad	San Rafael ¹	1.81				0.99	11.7		0.16	0.49	0.99	83.2			0.66									Multifloral*
Santa Tecla	Gradillas ¹	11.76		5.39	12.74	20.58			3.47		13.23	1.9	1.9	1.9		18.62	6.86					0.98	0.49	Multifloral
Santa Tecla	Gradillas ²	37.25	7.84		1.31	1.31					3.27	49.02												Multifloral
San Matías	Palmitos ²	4.17		16.67	25	4.17	4				25	20.8												Multifloral
Talnique	Transito ¹	2.94	20.6		33.82						10.29	32.35												Multifloral
Tacachico	Morro ¹	1.02				0.11	0.57			0.23	0.11	97.72	0.11						0.11					Multifloral**
Tacachico	Morro ²	1.08	0.72	0.36	1.43	0.72	0.72				2.51	92.11	0.36											Multifloral**

¹Primera cosecha de miel noviembre-diciembre 2017. ²segunda cosecha de miel enero-febrero 2018. *=Polen intermedio y menor. **=Polen Menor. Ast= Asteraceae, Ama= Amaranthaceae. Big= Bignoniaceae, Bor=Boraginaceae, Com=Combretaceae, Con= Convolvulaceae, Coc=Cochlospermaceae, Cuc=Cucurbitaceae, Cae=Caesalpinoideae, Mim=Mimosaceae, Pap= Papilionaceae, Poa=Poaceae, Mav=Malvaceae, Mal= Malpighiaceae, Mel= Melastomataceae, Myr= Myrtaceae, Mun= Muntingiaceae, Pin=Pinaceae, Pol=Polygonaceae, Ran= Ranunculaceae, Rub=Rubiaceae, Rut= Rutaceae, Ver= Verbenaceae.

Cuadro A-2. Continuación.

Municipio	Cantón	Ast	Ama	Big	Bor	Com	Con	Cae	Mim	Pap	Poa	Mav	Mal	Mel	Myr	Mun	Pi	Pol	Ran	Rub	Clasificación
Tacachico	El Zorrillo 1	24.94	0.7	1.4	4.66		2.1		4.9	4.43	51.75	0.93			2.1			0.7		0.47	Multifloral
Tacachico	El Zorrillo ²	1.96			0.94		0.99		0.49	3.42	90.22										Multiflora**
Tacachico	Montañita ¹	1.81		0.23	0.45	0.23	2.03		2.03	6.32	85.78		0.23		0.45	0.23				0.23	Multiflora*
Tacachico	Montañita ²	3.86				0.43	0.85			1.29											Multiflora*
Tacachico	Cerrito ¹	7.69		0.36			3.15		6.29	1.75	71.33		0.35		9.09						Multiflora*
Tacachico	Cerrito ²				1.39	5.56	8.33		1.39	15.28	65.28				2.78						Multiflora*
Tacachico	El Paraíso	9.44	0.18	2.77	1.66	2.4	0.18	3.51	7.22	6.11	50.74	0.18	7.03	3.33	5.18						Multiflora*
Tepecoyo	San José ¹			13.04	21.73						8.69				43.47			4.34	8.69		Multifloral
Tepecoyo	Zacamil ²	3.03								9.09	87.88										Multiflora*
Opico	Agua Escondida	8.33			8.33	8.33			8.33	41.66	16.66								8.33		Multifloral
Opico	Agua Escondida	16.67			8.33		8.33			8.33	50	8.33									Multifloral
Opico	San Nicolas ¹	3.17	0.23	3.4		0.23	0.23		1.59	14.29	35.37	2.04	11.56		27.89						Multifloral
Opico	San Nicolas ²	21.18	2.73	0.68	0.23	0.66			2.51		71.75				0.23						Multifloral
Opico	Los Amates ²	6.01	0.74		1.11		2.23			1.86	88.3	0.74									Multiflora*
Opico	Los Albertos ¹	40.62	23.43		1.56	1.56			6.25	9.37	4.68				10.93		1.56				Multifloral
Jayaque	Las Flores ¹	2												1							Multiflora**
Jayaque	Las Minas ¹	5.17	1.72	25.86	5.17		8.62		1.72	15.51	17.24		3.44	8.62	1.72				3.44	1.72	Multifloral
Colón	Entre Ríos ¹	1			1						1							1			Multiflora**
Colón	Lourdes ²										4				2						Multiflora**

¹Primera cosecha de miel noviembre-diciembre 2017. ²segunda cosecha de miel enero-febrero 2018. *=Polen intermedio y menor. **=Polen Menor. Ast= Asteraceae, Ama= Amaranthaceae. Big= Bignoniaceae, Bor=Boraginaceae, Com=Combretaceae, Con= Convolvulaceae, Coc=Cochlospermaceae, Cuc=Cucurbitaceae, Cae=Caesalpinoideae, Mim=Mimosaceae, Pap= Papilionaceae, Poa=Poaceae, Mav=Malvaceae, Mal= Malpighiaceae, Mel= Melastomataceae, Myr= Myrtaceae, Mun= Muntingiaceae, Pin=Pinaceae, Pol=Polygonaceae, Ran= Ranunculaceae, Rub=Rubiaceae, Rut= Rutaceae, Ver= Verbenaceae.

Cuadro A-3. Calendario de la floración de las plantas apícolas en El Salvador.

Nombre de plantas	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar		Abr	May
Maíz, <i>Zea mays</i>		X	X										
Flor amarilla, <i>Baltimora recta</i>		X	X	X									
Escobilla, <i>Sida acuta</i>		X	X	X	X								
Chichinguaste, <i>Hyptis sp</i>				X	X	X							
Zarzo, <i>Acacia glomerosa</i>				X	X	X							
Algodón, <i>Gossypium hirsutum</i>				X	X	X							
Campanilla, <i>Ipomoeae sp</i>					X	X							
Almendo de playa, <i>Terminalia catappa</i>						X							
Eucalipto, <i>Eucalyptus sp</i>						X	X						
Marañón, <i>Anacardium Occidentalis</i>						X	X						
Mango, <i>Mangífera indica</i>						X	X						
Pepeto, <i>Inga sp</i>					X	X	X						
Nance, <i>Byrosnima craesifolia</i>						X	X						
Jocote, <i>Spandias purpurea</i>						X	X						
Carbón, <i>Lisilona divaricata</i>						X	X						
Salamo, <i>Calycophyllum candidissimun</i>						X	X						
Aguacate, <i>Persea americana</i>						X	X	X					
Chupamiel, <i>Combretum eriantum</i>							X						
Ceiba, <i>Ceiba pentadra</i>							X	X					
Madrecacao, <i>Gliricidia sepium</i>								X					
Almendo de Rio, <i>Andira inernis</i>										X			
Conacaste, <i>Enterolobium cyclocarpum</i>										X		X	
Café, <i>Coffea arabica</i>												X	X
Cítricos <i>Citrus sp</i>													X
Copalchi, <i>Croton reflexifolius</i>													X

Handal, 2000.

Cuadro A-4. Coordenadas geográficas de 28 apiarios y de sede CONAPIS, de los municipios del departamento de La Libertad

Municipio	Cantón	COORDENADA X (N)	COORDENADA Y (W)	ELEVACIÓN
Quezaltepeque	CONAPIS	13°49'41.3''	089°15'56.2''	457m
La Libertad	San Diego	13°28'23.1''	089°15'17.8''	10m
La Libertad	Melara	13°28'15.6''	089°13'53.3''	9m
La Libertad	Melara	13°29'22.6''	089°14'01.7''	41m
La Libertad	Melara	13°29'22.7''	089°14'02.0''	41m
La Libertad	Melara	13°29'29.6''	089°14'09.8''	37m
La Libertad	El Majahual	13°30'57.6''	089°22'12.0''	64m
La Libertad	El Majahual	13°29'36.4''	089°22'0.71''	4m
La Libertad	San Rafael	13°30'18.1''	089°19'52.1''	174m
Quezaltepeque	Macance	13°47'32.2''	089°16'26.2''	696m
Quezaltepeque	Macance	13°48'08.3''	089°16'21.7''	1m
Quezaltepeque	Primavera	13°48'53.7''	089°18'46.8''	507m
San Juan Opico	Los Amates	13°53'08.2''	089°22'04.3''	1m
San Matías	Los Palmitos	13°53'28.7''	089°20'13.1''	529m
Santa tecla	Las Gradillas	13°37'13.7''	089°18'10.5''	716m
Colón	Lourdes	13°44'0.22''	089°24'29.9''	489m
Colón	Entre Ríos	13°43'59.5''	089°24'13.3''	512m
Talnique	El Transito	13°43'49.2''	089°24'34.9''	501m
Jayaque	Las Flores	13°42'56.8''	089°26'0.3.3''	509m
Jayaque	Las Minas	13°42'0.35''	089°27'0.23''	593m
Jayaque	Las Flores	13°42'05.05''	089°27'07.5''	599m
Tepecoyo	El Zacamil	13°41'57.1''	089°28'49.5''	948m
Tacachico	San Isidro Lempa	14°02'01.8"	089°21'34.7"	304 msnm
Tacachico	San Isidro Lempa	14°01'34.8"	089°21'38.9"	324 msnm
Tacachico	San Isidro Lempa	14°02'06.6"	089°21'03.6"	321 msnm
Tacachico	San Isidro Lempa	14°02'18.0"	089°22'35.7"	318 msnm
Tamanique	Tarpeya	13°33'59.19"	89°23'47.14"	308 msnm
Tamanique	Tarpeya	13°34'53.73"	89°24'21.98"	499 msnm
Tamanique	Buenos Aires	13°33'17.45"	89°23'30.71"	269 msnm

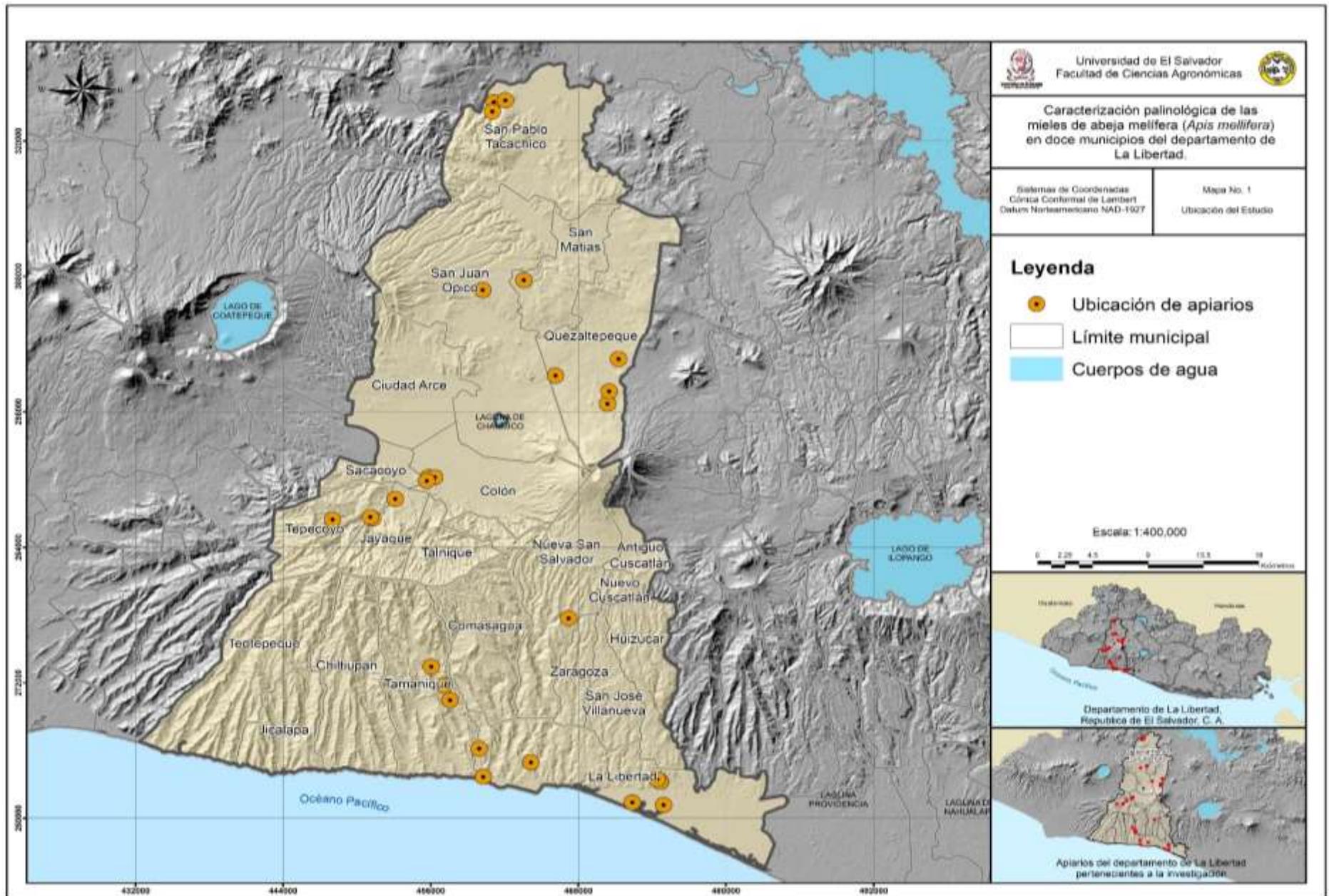
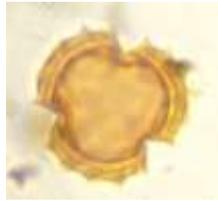


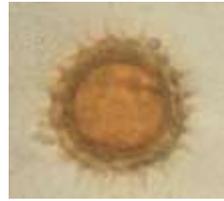
Figura A-1. Municipios del departamento de La Libertad en donde se realizó la fase de Campo.



2.1



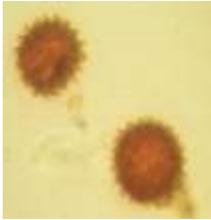
2.2.



2.3.



2.4.



2.5



2.6



2.7



2.8



2.9



2.10



2.11



2.12



2.13



2. 14



2.15



2.16



2.17



2.18



2.19



2.20



2.21



2.22



2.23



2.24



2.25



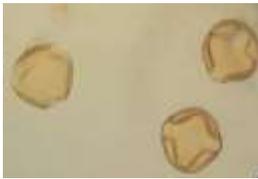
2.26



2.27



2.28



2.29



2.30



2.31



2.32



2.33



2.34.



2.35



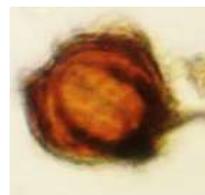
2.36



2.37



2.38



2.39



2.40



2.41



2.42



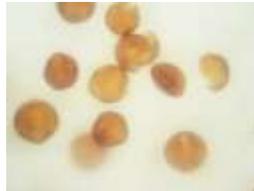
2.43



2.44



2.45



2.46



2.47



2.48



2.49



2.50



2.51



2.52



2.53



2.54



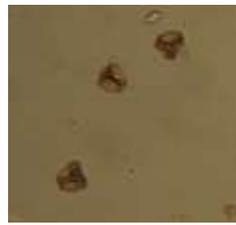
2.55



2.56



2.57



2.58



2.59



2.60



2.61

Figura A-2. Catálogo de granos de polen del departamento de La Libertad.

Fotografías tomadas con cámara de 10.1Mega PIXELS en Microscopio óptico objetivo 100X. Familia: Acanthaceae; 2.1 *Aphelandra* sp. Familia: Asteraceae; 2.2. *Ageratum coryzoides*, 2.3. *Montanoa atriplicifolia*, 2.4. *Tithonia tubaeforme*, 2.5. *Tridax procumbeus*, 2.6. *Lasianthaea fruticosa*, 2.7. *Verbesina turbacensis*, 2.8. *Melanthera nivea*, 2.9. *Casearia arguta*, 2.10. *Simsia foetida* variedad *grandiflora*, 2.11. *Simsia foetida*. Familia: Bignoniaceae; 2.12. *Tecoma stans*, 2.13. *Crescentia alata*, 2.14. *Tabebuia chrysantha*, 2.15. *Tecoma stans*, 2.16. *Tabebuia rosea*. Familia: Boraginaceae; 2.17. *Cordia dentata*. 2.18. *Cordia alliodora*. Familia: Convolvulaceae; 2.19. *Ipomoea arborescens*. Familia: Cochlospermaceae; 2.20. *Cochlospermaceae vitifolium*. Familia: Fabaceae; 2.21. *Lonchocarpus schiedeianus*, 2.22. *Lonchocarpus salvadorensis* Familia: Fabaceae; Subfamilia: Caesalpinioideae; 2.23. *Cassia grandis*, 2.24. *Senna reticulata*, 2.25. *Senna obtusifolia*. Subfamilia: Mimosaceae; 2.26. *Phitecollobium dulce*, 2.27. *Acassia riparia*, 2.28. *Leucaena shannonii* Subfamilia: Papilionaceae; 2.29. *Andira inermis*, 2.30. *Crotalaria longirostrata*, 2.31. *Cajanus cajan*, 2.32. *Diphysa americana*. Familia: Dilleniaceae; 2.33. *Curatella americana*. Familia: Graminaceae; 2.34. *Sorghum vulgare*. Familia Malvaceae; 2.35. *Abelmoschus esculentu*. Familia: Myrtaceae; 2.36. *Anacardium occidentale*, 2.37. *Psidium guajava*. Familia: Polygonaceae; 2.38. *Antigonum leptopus*. Familia: Ranunculaceae; 2.39. *Clematis acapulcensis*. Familia: Sapindaceae; 2.40. *Sapindus saponaria*. Familia: Tiliaceae; 2.41. *Muntingia calabura*. Familia: Verbenaceae; 2.42. *Lantana cámara*. Familia: Moringaceae; 2.43. *Amaranthaceae*. Familia: Anacardiaceae; 2.44. *Mangífera indica*, 2.45. *Anacardium occidentale*. Familia: Bixaceae; 2.46. *Bixa orellana*, 2.47. *Spondias purpurea*. Familia: Simaroubaceae; 2.48. *Simarouba glauca*. Familia: Amaranthaceae; 2.49. *Iresine calea*. Familia: Malpighiaceae; 2.50. *Byrsonima crassifolia*. Familia: Vitaceae; 2.51. *Cissus verticillata*. Familia: Simarubaceae; 2.52. *Alvaradoa amorphoides*. Familia: Verbenaceae; 2.53. *Lantana cámara*. Familia: Combretaceae; 2.54. *Combretum fruticosum*. Familia: Rubiaceae; 2.55. *Colubrina heteroneura*, 2.56. *Coffea arabica*. Familia: Poaceae; 2.57. *Pennisetum purpureum zacate*, Familia: Fabaceae; 2.58. *Mimosa púdica*, 2.59. *Caesalpinia eriostanchys*, 2.60. *Inga paterno*, 2.61. *Senna pallida*.



a



b



c



ch



d



e



f



g



h



i



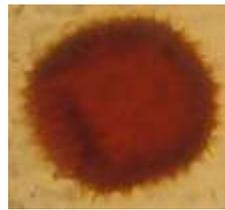
j



k



l



ll



m



n



ñ



o



p



q



r



s



t



u

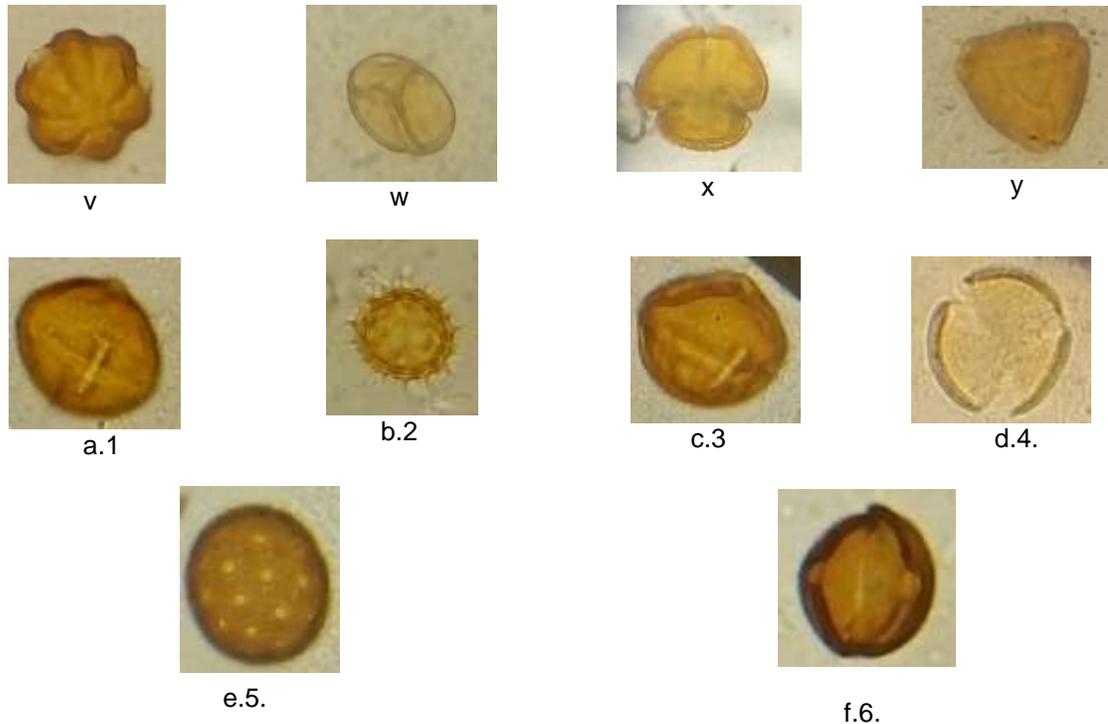


Figura A-3. Granos de Polen encontrados en la miel de los Municipios de Tepecoyo, Sacacoyo, Santa Tecla, Tacachico, Tamanique, La Libertad, Quezaltepeque, San Matías, Talnique.

Fotografías tomadas con cámara de 10.1 Mega PIXELS en Microscopio óptico objetivo 100X. Tepecoyo. Fig. a. Familia Ranunculaceae. Fig. b. Familia Poaceae. Fig. c. Familia Myrtaceae. Fig. ch. Familia Bignoniaceae. Sacacoyo. Fig. d. Subfamilia Papilionaceae. Fig. e. Subfamilia Mimosaceae. Fig. f. Familia Asteraceae. Fig. g. Familia Bignoniaceae. Santa Tecla. Fig. h. Familia Amaranthaceae. Fig. i. Familia Poaceae. Fig. j. Familia Asteraceae. Fig. k. Familia Boraginaceae. San Pablo Tacachico. Fig. l. Subfamilia Mimosaceae, Fig. ll. Familia Convolvulaceae. Fig. m. Familia Bignoniaceae. Fig. n. Familia Asteraceae. Tamanique. Fig. ñ. Familia Malvaceae. Fig. o. Familia Boraginaceae. Fig. p. Subfamilia Mimosaceae. Fig. q. Familia Combretaceae. La Libertad. Fig. r. Familia Pinaceae. Fig. s. Subfamilia Caesalpinoideae. Fig. t. Familia Cucurbitaceae. Fig. u. Familia Ranunculaceae. Quezaltepeque. Fig. v. Familia Combretaceae. Fig. w. Subfamilia Mimosaceae. Fig. x. Familia Bignoniaceae. Fig. y. Familia Myrtaceae. San Matías. Fig. a.1. Familia Boraginaceae. Fig. b.2. Familia Asteraceae. Fig. c.3. Subfamilia Papilionaceae. Fig. d.4. Familia Bignoniaceae. Talnique. Fig. e.5. Familia Amaranthaceae. Fig. f.6. Subfamilia Papilionaceae.



a



b



c

Figura A-4. Apiarios ubicados en los municipios de La Libertad.
a. Tamanique, cantón Tarpeya. b. y c. La Libertad, cantón Melara



a



b



c

Figura A-5. Recolección de muestra de miel.

a. Santa Tecla, cantón las Gradillas. b. Colón, cantón Entre ríos. c. Jayaque, cantón las Flores.



a



b



c

Figura A-6. Recolección de flores en los municipios de La Libertad.

a. San Juan Opico, cantón los Amates. b. La libertad, cantón San diego. c. Tacachico, cantón San Isidro Lempa.



a



b



c

Figura A-7. Toma de coordenadas geográficas en los municipios de La Libertad.
a. La Libertad, cantón El Majahual. b. Tacachico, cantón San Isidro Lempa. c. La Libertad, cantón Melara.



a



b



c



d



e



f

Figura A-8. Equipo de Laboratorio.
a. Centrifuga. b. Capilla extractora de gases. c. Balanza semianalítica. d. Baño maría seco. e. Hot plate. f. Microscopio.



a



b



c



d



e



f

Figura A-9. Preparación de muestras de miel.

Fig. a y b. Identificación. Fig. c. y d. Pesaje. Fig. e. Centifugado. Fig. f. Decantado.



a



b



c



d



e



f

Figura A-10. Preparación de Muestras de flores.

a. Preparación. b. Hidratación. c. Filtrado. d. Pesaje. e. Centrifugado. f. Decantado.



a



b



c



d



e



f

Figura A-11 Método de acetólisis para muestras de miel y flores.

a. Identificación. b. Adición de ácido acético glacial c. Centrifugado. d. Preparación de ácido sulfúrico y anhídrido acético. e. Calentado en Baño de maría. f. Pesaje, centrifugado y decantado.



a



b



c



d



e



f



g

h

i

Figura A-12. Elaboración de laminilla permanente para la miel y flores (PALINOTECA)
a. Preparación de material. b. Identificación de muestras. c. Extracción de polen. d. Colocación de glicerina. e. Calentado de muestras. f. Sellado con parafina y porta objeto. g. Almacenado de la Palinoteca. h & i. Identificación de las plantas, Especialista del Jardín Botánico.



a

b

c

Figura A-13 Conteo de granos de polen.
a y b. Organización de las muestras. c. Observación y conteo.



a

b

c

Figura A-14. Caracterización de la Miel, en Monofloral y Multifloral.
a. y b. Identificación de las familias al microscopio. c. Comparación de las familias con libros de palinología y Palinoteca del MAG.

Anexo 1. Procedimiento de laboratorio para muestras de miel

1. Preparar cristalería, materiales y equipo; Beaker de 600ml, 250 ml, 150 ml, 50 ml, tubos de ensayo grandes y pequeños, probetas de 10 ml, 30ml, Pizeta 250 ml, gradillas metálicas, balanza semianalítica, centrifuga, agua destilada, agitadores desechables, papel toalla, muestras de miel, bitácora de laboratorio.
2. Rotular beaker de 150ml y tubos de ensayo con los códigos de las muestras de miel. Colocar abundante papel toalla sobre las gradillas metálicas. Encender balanza semianalítica, cuando marque "0 grs." pesar los beaker para las muestras de miel, anotar cada uno de los pesos y sumar a ese peso 20 gramos para obtener un peso final de cada muestra.
3. Homogenizar cada una de las muestras de miel antes de pesar. Pesar 20 grs. de miel de cada muestra con el peso final del beaker, colocar un agitador a cada muestra, apagar la balanza. Medir 8 ml de agua destilada, con una probeta de 10 ml, adicionar el agua a cada muestra de miel y mezclar hasta diluir.
4. Encender la balanza, esperar que marque "0 grs." colocar un beaker de 150ml para pesar tubos, utilizar una probeta de 10ml para medir 6 ml de cada muestra diluida, llenar los tubos grandes y pesar (volúmenes iguales). Colocar los tubos en la gradilla metálica. Repetir este pasó, llenar con 5 ml, de cada muestra, los tubos pequeños, pesar a volúmenes iguales, colocar los tubos en la gradilla metálica y apagar la balanza.
5. Conectar la centrifuga, abrir la tapa y colocar según su peso los 12 tubos, cerrar la tapa, programar el tiempo de centrifugación de 5 minutos a 3000 r.p.m. al finalizar el centrifugado abrir la tapa y retirar en pares los tubos para decantar "de un golpe" en la pila, colocar sobre la gradilla los tubos en posición vertical "boca abajo". Esperar que el exceso de agua destilada salga de los tubos de ensayos. Evitar derramar la muestra en la mesa o en el piso. Lavar cristalería.
6. Equiparse con vestuario de protección; Mascarilla 3M, Gafas protectoras, Guantes para manipular ácidos, Gabacha blanca mangas largas, braceras, zapato cerrado. Dentro de la Capilla extractora de gases, se debe realizar todo el procedimiento de los ácidos.
7. Rotular beaker de 250ml y probeta de 30ml para ácido acético glacial (CH_3COOH), y uno de 600ml para decantado, suficiente papel toalla. Encender la Capilla extractora. Sacar del gabinete el frasco de ácido acético glacial (CH_3COOH). Colocar 72 ml de Ácido acético Glacial en el beaker de 250ml, con la probeta de 30 ml, medir 6ml del ácido y adicionar a cada uno de los 12 tubos. Encender la balanza, esperar que marque 0 gr. y colocar el beaker de 150 ml, pesar a volúmenes iguales y colocar en la gradilla metálica.
8. Conectar la centrifuga, abrir la tapa y colocar según su peso los 12 tubos, cerrar la tapa, programar el tiempo de centrifugación de 5 minutos a 3000 r.p.m. Cuando termine el centrifugado, abrir la tapadera y retirar en pares los tubos.
9. Dentro de la Capilla Extractora, decantar "de un solo golpe" el ácido de los tubos en el beaker de 600ml, colocar los tubos en posición vertical "boca abajo" en la gradilla metálica la cual debe tener suficiente papel toalla.

10. Rotular cristalería para ACETOLISIS, beaker de 250ml, probeta de 30ml, embudo para Anhídrido acético ($C_4H_6O_3$), beaker de 150 ml, probeta de 10 ml, embudo para ácido sulfúrico, probeta de 30ml para acetólisis. Calentar el baño maría seco, realizar los cálculos para preparar los ácidos (anexo 1). Dentro de la capilla extractora realizar procedimiento.
11. Medir 64.8 ml de anhídrido acético, colocar en el beaker de 250 ml, según cálculo para 12 tubos, la medición es más precisa con probeta de 30ml y con embudo. Medir con probeta de 10 ml, 7.2 ml de Ácido sulfúrico, utilizar embudo. Guardar los ácidos en el gabinete. Adicionar gota a gota el ácido sulfúrico al beaker de 250 ml, que contiene el anhídrido acético. Medir 6 ml de la solución, con probeta de 30 ml, y adicionar a cada tubo. Llevar a pesos iguales todas las muestras en la balanza semianalítica.
12. Colocar los tubos en el baño de maría seco, hasta llevar a cabo la reacción química, un cambio de color a “café oscuro” (aproximadamente 6 minutos), posteriormente colocar en la gradilla metálica y realizar el centrifugado.
13. Conectar la centrifuga, abrir la tapa y colocar según su peso los 12 tubos, cerrar la tapa, programar el tiempo de centrifugación de 5 minutos a 3000 r.p.m. Cuando termine el centrifugado, abrir la tapa y retirar en pares los tubos.
14. Dentro de la Capilla Extractora, decantar “de un solo golpe” el ácido de los tubos en el beaker de 600ml, colocar los tubos en posición vertical “boca abajo” en la gradilla metálica la cual debe tener suficiente papel toalla. Repetir el procedimiento para las muestras que sean necesarias.
15. Utilizar una probeta de 10ml, medir 5 ml de agua destilada, llenar cada tubo, encender la balanza semianalítica, esperar que marque “0 grs.” colocar un beaker de 150ml para pesar (volúmenes iguales). Colocar los tubos en la gradilla metálica y apagar la balanza. Conectar la centrifuga, abrir la tapa y colocar según su peso los 12 tubos, cerrar la tapa, programar el tiempo de centrifugación de 5 minutos a 3000 r.p.m. Al finalizar el centrifugado abrir la tapa y retirar en pares los tubos para decantar “de un solo golpe” en la pila, colocar sobre la gradilla los tubos en posición vertical “boca abajo”. Repetir este pasó.
16. Adicionar 3 ml de glicerina-glicerol a cada tubo. Encender la balanza semianalítica, esperar que marque “0 grs.” colocar un beaker de 150ml, para pesar, (volúmenes iguales). Colocar los tubos en la gradilla metálica y apagar la balanza. Realizar centrifugado de 5 minutos a 3000 r.p.m., decantar “de un solo golpe” en la pila, colocar los tubos sobre la gradilla metálica en posición vertical “boca abajo”. Guardar las muestras en una bolsa negra, para protegerlos de la luz. Dejar secar por 24 horas.

Anexo 2. Procedimiento de laboratorio para muestras de flores

1. Recolectar flores frescas en bolsas de papel periódico por separado para evitar contaminación
2. Rotular cajas petri, beaker, agitadores, mortero y brazo, tubos de ensayo para cada una de las muestras de flores

3. Disectar y separar las anteras de las otras partes florales
4. Sumergir en una solución jabonosa hasta que las flores se hidraten
5. Colocar en mortero y macerar anteras con el brazo
6. Filtrar en colador con Tamiz de 60 μm . Lavar bien el tamiz
7. Recoger el filtrado en un beaker de 150 ml
8. Llevar a volúmenes iguales los tubos de ensayo para cada una de las muestras de flores, pesar en balanza semianalítica y colocar en gradilla metálica
9. Conectar la centrifuga, abrir la tapa y colocar según su peso los 12 tubos, cerrar la tapa, programar el tiempo de centrifugación de 5 minutos a 3000 r.p.m. al finalizar el centrifugado abrir la tapa y retirar en pares los tubos para decantar “de un golpe” en la pila, colocar sobre la gradilla los tubos en posición vertical “boca abajo”. Esperar que el exceso de agua destilada salga de los tubos de ensayos. Evitar derramar la muestra en la mesa o en el piso. Lavar cristalería.
10. Equiparse con vestuario de protección; Mascarilla 3M, Gafas protectoras, Guantes para manipular ácidos, Gabacha blanca mangas largas, braceras, zapato cerrado. Dentro de la Capilla extractora de gases, se debe realizar todo el procedimiento de los ácidos.
11. Rotular beaker de 250ml y probeta de 30ml para ácido acético glacial (CH_3COOH), y uno de 600ml para decantado, suficiente papel toalla. Encender la Capilla extractora. Sacar del gabinete el frasco de ácido acético glacial (CH_3COOH). Colocar 72 ml de Ácido acético Glacial en el beaker de 250ml, con la probeta de 30 ml, medir 6ml del ácido y adicionar a cada uno de los 12 tubos. Encender la balanza, esperar que marque 0 gr. y colocar el beaker de 150 ml, pesar a volúmenes iguales y colocar en la gradilla metálica.
12. Conectar la centrifuga, abrir la tapa y colocar según su peso los 12 tubos y cerrar. Programar el tiempo de centrifugación de 5 minutos a 3000 r.p.m. Cuando termine el centrifugado, abrir la tapadera y retirar en pares los tubos.
13. Dentro de la Capilla Extractora, decantar “de un solo golpe” el ácido de los tubos en el beaker de 600ml, colocar los tubos en posición vertical “boca abajo” en la gradilla metálica la cual debe tener suficiente papel toalla.
14. Rotular cristalería para ACETOLISIS, beaker de 250ml, probeta de 30ml, embudo para Anhídrido acético ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$), beaker de 150 ml, probeta de 10 ml, embudo para ácido sulfúrico, probeta de 30ml para acetólisis. Calentar el baño maría seco, realizar los cálculos para preparar los ácidos (anexo 1). Dentro de la capilla extractora realizar procedimiento.
15. Medir 64.8 ml de anhídrido acético, colocar en el beaker de 250 ml, según cálculo para 12 tubos, la medición es más precisa con probeta de 30ml y con embudo. Medir con probeta de 10 ml, 7.2 ml de Ácido sulfúrico, utilizar embudo. Guardar los ácidos en el gabinete. Adicionar gota a gota el ácido sulfúrico al beaker de 250 ml, que contiene el anhídrido acético. Medir 6 ml de la solución, con probeta de 30 ml, y adicionar a cada tubo. Llevar a pesos iguales todas las muestras en la balanza semianalítica.

16. Colocar los tubos en el baño de maría seco, hasta llevar a cabo la reacción química, un cambio de color a “café oscuro” (aproximadamente 6 minutos), posteriormente colocar en la gradilla metálica y realizar el centrifugado.
17. Conectar la centrifuga, abrir la tapa, colocar según su peso los 12 tubos y cerrar. Programar el tiempo de centrifugación de 5 minutos a 3000 r.p.m. Cuando termine el centrifugado, abrir la tapa y retirar en pares los tubos.
18. Dentro de la Capilla Extractora, decantar “de un solo golpe” el ácido de los tubos en el beaker de 600ml, colocar los tubos en posición vertical “boca abajo” en la gradilla metálica la cual debe tener suficiente papel toalla. Repetir el procedimiento para las muestras que sean necesarias.
19. Utilizar una probeta de 10ml, medir 5 ml de agua destilada, llenar cada tubo, encender la balanza semianalítica, esperar que marque “0 grs.” colocar un beaker de 150ml para pesar (volúmenes iguales). Colocar los tubos en la gradilla metálica y apagar la balanza. Conectar la centrifuga, abrir la tapa y colocar según su peso los 12 tubos, cerrar la tapa, programar el tiempo de centrifugación de 5 minutos a 3000 r.p.m. Al finalizar el centrifugado abrir la tapa y retirar en pares los tubos para decantar “de un solo golpe” en la pila, colocar sobre la gradilla los tubos en posición vertical “boca abajo”. Repetir este pasó.
20. Adicionar 3 ml de glicerina-glicerol a cada tubo. Encender la balanza semianalítica, esperar que marque “0 grs.” colocar un beaker de 150ml, para pesar, (volúmenes iguales). Colocar los tubos en la gradilla metálica y apagar la balanza. Realizar centrifugado de 5 minutos a 3000 r.p.m., decantar “de un solo golpe” en la pila, colocar los tubos sobre la gradilla metálica en posición vertical “boca abajo”. Guardar las muestras en una bolsa negra, para protegerlos de la luz. Dejar secar por 24 horas.

Anexo 3. Elaboración de láminas permanentes para muestras de miel y flores

1. Preparar el material, 3 escalpelos, 4 agujas, 3 vidrios de reloj, caja de cubreobjetos y portaobjeto, parafina, plastilina, glicerina-gelatina, Hot-Plate, Pizeta con agua destilada, plantillas de cartulina, viñetas, tirro, pluma permanente, papel toalla y toallas húmedas.
2. Limpiar cubre y portaobjeto, rotular el código de cada muestra en las viñetas y pegar en cada portaobjeto. Colocar el portaobjetos sobre la plantilla de cartulina. Preparar tres vidrios de reloj, con diferentes escalpelos, colocar plastilina, parafina y glicerina-gelatina (refrigerar).
3. Encender el Hot-Plate, esterilizar una aguja, sacar del refrigerador la glicerina-gelatina y tomar una pequeña porción, llevar dentro del tubo y “frotar” para extraer los granos de polen de las diferentes muestras, ya antes procesadas.
4. Colocar la gelatina en la laminilla, y calentar en el Hot-Plate, al cambiar su consistencia de sólido a líquido, retirar del calor. Preparar 8 laminillas, por cada muestra.
5. Cortar con escalpelo una pequeña porción de plastilina y colocar en dos extremos de la laminilla que esta sobre la plantilla. Preparar más laminillas.

6. Colocar el cubreobjeto sobre la muestra, y hacer una ligera presión sobre la plastilina, con el escalpelo tomar un poco de parafina y colocarlo en un extremo del cubreobjetos.
7. Calentar, en Hot-Plate, mantener en posición horizontal, al derretirse la parafina cambiar a posición vertical la laminilla, para filtrar y sellar la muestra de gelatina que contiene los granos de polen, retirar del calor y dejar enfriar sobre papel toalla.

Anexo 4. Cálculo de los reactivos.

Seis muestras (tubos de ensayo)

$6 \times 6 = 36$
 $36 / 10 = 3.6$
 $3.6 \times 1 = 3.6$ ml de H₄SO₂ Ácido sulfúrico
 $3.6 \times 9 = 32.4$ ml CHO anhídrido acético

Diez muestras (tubos de ensayo)

$6 \times 10 = 60$
 $60 / 10 = 6$
 $6 \times 1 = 6$ ml de H₄SO₂ Ácido sulfúrico
 $6 \times 9 = 54$ ml CHO anhídrido acético

Ocho muestras (tubos de ensayo)

$6 \times 8 = 48$
 $48 / 10 = 4.8$
 $4.8 \times 1 = 4.8$ ml de H₄SO₂ Ácido sulfúrico
 $4.8 \times 9 = 43.2$ ml CHO anhídrido acético

Doce muestras (tubos de ensayo)

$6 \times 12 = 72$
 $72 / 10 = 7.2$
 $7.2 \times 1 = 7.2$ ml de H₄SO₂ Ácido sulfúrico
 $7.2 \times 9 = 64.8$ ml CHO anhídrido acético

Anexo 5 Componentes principales y variación explicada

PC	Eigenvalue	% variance
1	5.02203	59.793
2	0.864513	10.293
3	0.603485	7.1852
4	0.450484	5.3636
5	0.34296	4.0834
6	0.325031	3.8699
7	0.235218	2.8006
8	0.223129	2.6566
9	0.133001	1.5835
10	0.087649	1.0436
11	0.0720719	0.8581
12	0.0394177	0.46931

Anexo 6 Matriz de Componentes Principales

	PC 1	PC 2
SAC	0.21766	0.62185
TAL	0.22383	0.23788
COL	0.15375	0.086904
JAY	0.14966	0.24997
LAL	0.42751	-0.32146
QUE	0.1775	0.30846
SJO	0.403	0.023877
SM	0.2513	0.081973
SPT	0.49332	-0.27436
STE	0.15013	0.35529
TAM	0.37581	-0.24145
TEP	0.097559	-0.14523

Anexo 7. Análisis melisopalinológico de 40 gr de miel cosechada en el Laboratorio de Palinología.

	Cantidad	Costo	Presupuesto 1	Presupuesto 2
Tubos de ensayo*	4	0.25	1	
Ácido acético glacial		0.25		
Anhídrido acético		0.15		
Ácido sulfúrico		0.1		
Neutralizador		0.8		
Agua destilada		0.15		
Gelatina glicerina		0.1		
Glicerina líquida		0.1		
Parafina		0.1		
Beaker 100 ml*		2.5		
Pizeta 250 ml*		3		
Agitador de vidrio*		3		
Probeta 10 ml*		4.5		
Probeta 30 ml*		10		
Gradilla metálica*		3.5		
Punzón*		2		
Escalpelo*		4		
Porta objetos		0.10*4	0.4	0.4
Cubre objetos		0.10*4	0.4	0.4
Plastilina		0.10*4	0.4	
Plantilla		0.25*4	1	
Frasco 60 ml			0.5	
Papel toalla			0.25	
Etiquetas			0.05	
Mascarillas			0.25	0.25
Guantes látex			0.2	0.2
Detergente		0.1		
Jabón líquido		0.1		
Alcohol gel		0.2		
Mascón		0.05		
Electricidad			2.5	2.5
Agua potable			1	1
Servicios profesionales			17	17
	Total		\$64.90 ¹	\$31.40 ²

*Reutilizable. ¹Precio estimado para preparar una muestra de miel cosechada por el método de acetólisis con el propósito de brindar el servicio al sector apícola. ²Precio probable que tuvieron las muestras de miel al ser preparadas por el método de acetólisis durante la investigación.