



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

ANÁLISIS DEL APORTE POLÍNICO DE ESPECIES ARBÓREAS Y
ARBUSTIVAS EN TRES MUESTRAS DE MIEL PROCEDENTE DE
APIARIOS, UBICADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA
PROVINCIA DE COTOPAXI

Trabajo de Integración Curricular
Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO FORESTAL

AUTOR: DENNIS ALEXANDER FALCÓN VENEGAS
DIRECTOR: Ing. VICTOR ALBERTO LINDAO CÓRDOVA PhD.

Riobamba- Ecuador

2021

©2021, Dennis Alexander Falcón Venegas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, DENNIS ALEXANDER FALCÓN VENEGAS, Declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; El patrimonio intelectual a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 13 de septiembre del 2021

Dennis Alexander Falcón Venegas

0503779282

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del trabajo de integración curricular certifica que: El trabajo de integración curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DEL APOORTE POLÍNICO DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS EN TRES MUESTRAS DE MIEL PROCEDENTE DE APIARIOS, UBICADOR EN EL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI**, realizado por la señor **DENNIS ALEXANDER FALCÓN VENEGAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de integración curricular, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba Mgtr.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS
FRANCISCO
CARPIO COBA** 13/SEP/2021

Ing. Victor Alberto Lindao Córdova PhD.
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



Firmado electrónicamente por:
**VICTOR ALBERTO
LINDAO CORDOVA** 13/SEP/2021

Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva MsC.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

**MIGUEL ANGEL
GUALLPA
CALVA** Firmado digitalmente
por MIGUEL ANGEL
GUALLPA CALVA
Fecha: 2021.12.08
17:44:13 -05'00'

13/SEP/2021

DEDICATORIA

A Dios que ha sido el pilar más importante en mi vida, ha sido mi guía en el sendero correcto de vida estudiantil, por ser un amigo incondicional en los buenos y malos momentos.

Con mucho amor, A Ángel Falcón, quien ha sido el mejor padre, el con sus consejos me ha enseñado que todo tus sueños y anhelos se pueden lograr con muchas ganas y sacrificio, gracias por confiar en mí y animarme para seguir adelante. A Cecilia Venegas, por su apoyo incondicional y confianza, por su sacrificio y esfuerzo de cada día, por el ejemplo de sencillez y humildad, por la comprensión y motivación en días difíciles.

A Carolina Escobar, por su incondicional apoyo y consejos quien me ha enseñado que el mejor conocimiento es aquel que se necesita sacrificio y trabajo duro. Por su amor infinito.

Dennis

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y vida para cumplir mis sueños y objetivos.

A la Escuela Superior de Chimborazo, principalmente a la Escuela de Ingeniería Forestal por contribuir en mi formación estudiantil.

A los Ingenieros Víctor Lindao como director de tesis y Miguel Guallpa como miembro del trabajo de titulación, por su apoyo y tiempo, al igual que la comprensión y las ganas de apoyar a formar a un nuevo profesional forestal.

A cada uno de los docentes y autoridades de la facultad, gracias a la Ingeniera Norma Lara y Rosa Castro por brindarme sus enseñanzas y compartir cada uno de sus conocimientos a lo largo de esta vida estudiantil.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que he conocido en el camino universitario a cada compañero amigo conocido que me ayudado y apoyado, aquellos amigos que se forman en las aulas y se fortalecen fuera de ellas. Gracias a todos por aportar con su granito de arena, mil un, veces gracias.

Dennis

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
ÍNDICE DE BREVIATURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY/ABSTRAC.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1.	Miel.....	4
1.1.1.	<i>Origen</i>	4
1.1.2.	<i>Néctar y Nectarios</i>	4
1.1.3.	<i>Factores inherentes a la producción de miel</i>	5
1.1.4.	<i>Función de los nectarios</i>	5
1.1.5.	<i>Atracción</i>	5
1.1.6.	<i>Recolección</i>	6
1.1.7.	<i>Elaboración de la Miel por la abeja</i>	6
1.1.1.1	<i>Aireación</i>	6
1.1.1.2	<i>Madurez</i>	7
1.1.1.3	<i>Almacenamiento</i>	7
1.1.1.4	<i>Operculado de obtención de la miel</i>	7
1.1.1.5	<i>Deshumificación y desoperculado</i>	7
1.1.1.6	<i>Centrifugado y filtrado</i>	8
1.1.1.7	<i>Decantación y Limpieza</i>	8
1.2.	Contenido bromatológico del polen.....	9
1.3.	Morfología del polen en plantas arbóreas.....	9
1.3.1.	<i>La flora melífera</i>	9
1.3.2.	<i>Polen</i>	10
1.3.3.	<i>Intina</i>	10

1.3.3.1.	<i>Exina</i>	10
1.3.4.	<i>El polen como indicador de calidad</i>	11
1.3.5.	<i>Origen de polen en la miel</i>	11
1.3.6.	<i>Morfología y descripción</i>	11
1.3.7.	<i>Polaridad</i>	12
1.3.7.1.	<i>Simetría</i>	12
1.3.7.2.	<i>Forma</i>	13
1.3.7.3.	<i>Ámbito</i>	14
1.3.7.4.	<i>Tamaño</i>	15
1.3.7.5.	<i>Aperturas</i>	15
1.3.7.6.	<i>Ornamentación</i>	16
1.4.	Melisopalinología	17
1.4.1.	<i>Principio general</i>	18
1.4.2.	<i>Aplicaciones</i>	18
1.4.2.1.	<i>Determinar el origen floral de la miel</i>	18
1.4.2.2.	<i>Conocer el origen geográfico de las mieles</i>	18
1.4.2.3.	<i>Determinar la riqueza polínica</i>	19
1.4.2.4.	<i>Detectar la presencia de impurezas</i>	19
1.4.3.	<i>Métodos de melisopalinología</i>	19
1.4.3.1.	<i>El análisis</i>	19
1.4.3.2.	<i>Clasificación de las muestras de miel</i>	20

CAPÍTULO II

2	MARCO METODOLÓGICO	21
2.1.	Caracterización del lugar	21
2.1.1.	<i>Localización</i>	21
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	22
2.1.3.	<i>Características climáticas</i>	22
2.1.4.	<i>Zonas de vida</i>	22
2.2.	Materiales y Equipos	22
2.2.1.	Materiales de campo	22
2.2.2.	<i>Materiales de laboratorio</i>	22

2.2.3.	<i>Materiales y equipos de oficina e informáticos.....</i>	23
2.3.	Metodología.....	23
2.3.1.	<i>Fase de campo.....</i>	23
2.3.1.1.	<i>Recolección de muestras de miel.....</i>	23
2.3.2.	<i>Fase de laboratorio.....</i>	23
2.3.2.1.	<i>Método de acetólisis para muestras de miel.....</i>	23
2.3.2.2.	<i>Descripción del perfil polínico.....</i>	25
2.3.2.3.	<i>Identificación y conteo.....</i>	25
2.3.2.4.	<i>Características botánicas.....</i>	25
2.3.3.	<i>Diseño experimental.....</i>	26

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	27
3.1.	Identificación del perfil polínico de tres muestras de miel.....	27
3.1.1.	<i>Identificación las especies arbóreas y arbustivas.....</i>	27
3.1.2.	<i>Descripción del perfil polínico.....</i>	28
3.1.2.1.	<i>Familia Acanthaceae.....</i>	28
3.1.2.2.	<i>Familia Apiaceae.....</i>	29
3.1.2.3.	<i>Familia Asteraceae.....</i>	29
3.1.2.4.	<i>Familia Betulaceae.....</i>	30
3.1.2.5.	<i>Familia Boraginaceae.....</i>	31
3.1.2.6.	<i>Familia Fabaceae.....</i>	31
3.1.2.7.	<i>Familia Malvaceae.....</i>	33
3.1.2.8.	<i>Familia Myrtaceae.....</i>	34
3.1.2.9.	<i>Familia Poaceae.....</i>	36
3.1.2.10.	<i>Familia Rosaceae.....</i>	36
3.2.	Categorización de las mieles de acuerdo con su origen botánico.....	37
3.2.1.	<i>Análisis estadístico prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks.....</i>	37
3.2.2.	<i>Análisis Kruskal Wallis.....</i>	39
3.2.2.1.	<i>Análisis de Kruskal-Wallis muestra 1.....</i>	39
3.2.2.2.	<i>Análisis de Kruskal-Wallis muestra 2.....</i>	39
3.2.2.3.	<i>Análisis de Kruskal-Wallis muestra 3.....</i>	40
3.3.	Clasificación según riqueza polínica.....	41

CONCLUSIÓN.....	43
RECOMENDACIONES.....	44
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Coordenadas UTM.....	22
Tabla 1-2: Clases de Frecuencia para la identificación	26
Tabla 2-2: Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks.....	26
Tabla 1-3: Especies presente en las muestras de mieles	27
Tabla 2-3: Pruebas de Normalidad.....	37
Tabla 3-3: Prueba de Kruskal Wallis para la muestra 1 (apiario El Paraíso).....	39
Tabla 4-3: Prueba de Kruskal Wallis en muestra 2(apiario Azumiel)	39
Tabla 5-3: Prueba de Kruskal Wallis para la muestra 3 (apiario Jefferson López).....	40
Tabla 6-3: Clasificación de las muestras de mieles según surriqueza polínica.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Estructura del polen en vista polar (VP)	10
Figura 2-1:	A. Polaridad del polen en la tétrada; B. clasificación del polen de acuerdo.....	12
Figura 3-1:	Simetría: Radiosimétricos 1 y 3; Bisimétricos 4 y 5; Asimétricos 6.....	13
Figura 4-1:	Clasificación de los granos de polen de acuerdo con su forma (V.E)	14
Figura 5-1:	Clasificación de los granos de polen en base al tipo de ámbito (VP).....	14
Figura 6-1:	Ornamentación del polen	17
Figura 1-2:	Ubicación de los apiarios en el cantón Latacunga	21
Figura 1-3:	<i>Odontonema cuspidatum</i> (Nees) Kuntze	29
Figura 2-3:	<i>Daucus</i> sp.....	29
Figura 3-3:	<i>Artemisia</i> sp	30
Figura 4-3:	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.....	30
Figura 5-3:	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.....	31
Figura 6-3:	<i>Echium vulgare</i> L.....	31
Figura 7-3:	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	32
Figura 8-3:	<i>Trifolium pratense</i> L	32
Figura 9-3:	<i>Senegalia</i> sp	32
Figura 10-3:	<i>Baptisia australis</i> (L.) R. Br	33
Figura 11-3:	<i>Bastariopsis densiflora</i>	33
Figura 12-3:	<i>Heliocarpus americanus</i> L.....	34
Figura 13-3:	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.....	34
Figura 14-3:	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.....	35
Figura 15-3:	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.....	35
Figura 16-3:	<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.)	36
Figura 17-3:	<i>Streptochaeta spicata</i>	36
Figura 18-3:	<i>Prunus serótina</i> Ehrth.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1-3: Número de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas encontrados en los tres apiarios en estudio.....	28
Gráfico 2-3: Prueba de normalidad para el apiario El Paraíso.....	38
Gráfico 3-3: Prueba de normalidad para el apiario Azumiel	38
Gráfico 4-3: Prueba de normalidad para el apiario Jefferson López	38

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: LABORES REALIZADAS EN FASE DE CAMPO

ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN FASE DE LABORATORIO

ANEXO C: RESULTADOS DE ANÁLISIS POLÍNICO DE TRES MUESTRAS DE MIEL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

UTM Universal Transversal De Mercator

GPS Sistema de Posición Global

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo el análisis del aporte polínico de especies arbóreas y arbustivas en tres muestras de miel procedente de apiarios, en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi, para lo cual se obtuvo el análisis del aporte polínico mediante la metodología de Shapiro-Wilks y se utilizó el análisis de datos no paramétricos de Kruskal-Wallis. Para la recolección de las muestras de mieles de los tres apiarios, se extrajo las mieles con ayuda de una espátula y centrifugado. Cada muestra fue almacenada en frascos de vidrio herméticos de 250 ml debidamente etiquetados, alcanzando temperatura ambiente hasta su análisis. Se realizaron preparaciones microscópicas acetolizadas, los gramos de polen obtenidos fueron reconocidos mediante un microscopio determinando su tamaño y forma, para luego ser comparadas con una palinoteca. El análisis melisopanológico demostró que las familias dominantes en esta investigación fueron Myrtaceae y Fabaceae con dos y cuatro especies respectivamente. Las mieles del Cantón Latacunga presentaron 18 tipos polínicos los cuales fueron categorizados según la clase de frecuencia de Loveaux et al., 1978. La muestra uno presentó un porcentaje de 51% la familia Myrtaceae con la especie *Eucalyptus globulus* Labill, lo que nos indica que es una miel monofloral. La muestra dos presentó un porcentaje de 53% la familia Myrtaceae con la familia *Eucalyptus globulus* Labill, lo que nos demostró que es una miel monofloral. La muestra tres presentó un porcentaje de 50% la familia Fabaceae con la especie *Baptisia australis* (L.) R. Br. Lo que nos demostró que es una miel monofloral. Debido a los resultados preliminares se pretende que despierte el interés de los apicultores a continuar con estudios similares a nivel local y regional con el propósito de darle un valor agregado al producto, con la recomendación de implementar apiarios en zonas de tenga la especie *Eucalyptus globulus* Labill.

Palabras clave: <MELISOPALINOLOGIA>, <PLANTAS MELIFERAS>, <MONOFLORAL,>
<ACETOLISIS>, <PERFIL POLINICO>



Firmado electrónicamente por:
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ



2203-DBRA-UTP-2021

SUMMARY/ABSTRACT

The aim of this research was to analyze the pollen contribution of arboreal and shrub species in three samples of honey from apiaries in Latacunga canton, province of Cotopaxi, the pollen contribution analysis was obtained using the Shapiro-Wilks methodology and the Kruskal Wallis non-parametric data analysis was used. For the collection of the honey samples from the three apiaries, the honeys were extracted with the help of an spatula and centrifuged. Each sample was hermetically stored sealed 250 ml glass bottles duly labeled, reaching room temperature until analysis. Acetolized microscopic preparations were made, the pollen grains gotten were recognized by means of a microscope to determine their size and shape, and then compared with a palinotheca. The melisopalinological analysis showed that the dominant families in this research were Myrtaceae and Fabaceae with two and four species, respectively. The honeys from Latacunga canton, presented 18 pollen types which were categorized according to the frequency class according with Loveaux et al., 1978. Sample one presented a percentage of 51% of the Myrtaceae family with the species *Eucalyptus globulus* Labill, which indicates that it is a monofloral honey. Sample two showed a percentage of 53% of the Myrtaceae family with the *Eucalyptus globulus* Labill family, which showed us that it is a monofloral honey. The third sample showed a percentage of 50% of the Fabaceae family with the *Baptisia australis* (L.) R. Br. species, which showed us that it is a monofloral honey. Due to the preliminary results, it is intended to awaken the interest of beekeepers to continue with similar studies at local and regional level with the purpose of giving an added value to the product, with the recommendation to implement apiaries in areas with the *Eucalyptus globulus* Labill species.

Key words: <MELISOPALINOLOGY>, <MELIFER PLANTS>, <MONOFLORAL,&br/><ACETOLYSIS>, <POLINIC PROFILE>.



INTRODUCCIÓN

Escobar et al. (1992) citado por Romero (2017: p. 1), manifiesta que la miel de abeja es un producto cuya calidad está muy ligada a los recursos de la flora melífera, al clima y al tipo de suelo de cada zona, región o país. La caracterización de las mieles de abeja hace posible el aumento del valor agregado del producto, obteniendo un justo precio (Ciappini et al., 2009: p.110).

La apicultura es una actividad que se encarga de la crianza y cuidado de las abejas, con el objetivo de obtener productos derivados de la extracción de néctar. Los principales productos que se obtiene de la actividad apícola son: miel, propóleos, cera y jalea real. A lo largo de la historia del ser humano, muchos de estos productos han sido utilizados con diversos fines como: medicinales, nutritivos, curativos y religiosos. En Ecuador la apicultura ha sido considerada como una actividad a pequeña escala en zonas rurales practicada por pequeños y medianos apicultores (Miño, 2016; Granda, 2017: p, 10).

El conocimiento de la flora utilizada por las abejas es fundamental para planificar la extracción de un modo racional, contribuyendo a un buen manejo del colmenar y potenciar la obtención de mieles de diferentes orígenes botánicos. Así en áreas con mayor disponibilidad y diversidad de especies arbóreas como los bosques tropicales y subtropicales son de gran importancia en la oferta de néctar y polen, siendo relevante en la producción de mieles (Chamorro et al., 2013: pp.53-66).

Los estudios melisopalinológicos contribuyen al conocimiento de las especies melíferas, brindando un valor agregado a la miel a través de la determinación del origen botánico y geográfico de la misma. La calidad de la miel depende de la fuente donde las abejas obtienen el néctar. Son mieles monoflorales, aquellas que son extraídas de una especie de planta melífera, la polifloral que es extraída de diferentes especies de plantas melíferas y la mielada que son recogidas de especies de plantas con néctares extraflorales y exudaciones (Méndez et al., 2016: pp.449; Salamanca, 1999).

IMPORTANCIA

Con respecto al aporte polínico que realizan las diferentes especies de plantas a la miel elaboradas por *Apis mellífera* L. se han realizado varios estudios a nivel mundial como nacional aportando información significativa del origen botánico de las mieles.

La investigación realizada por Días (2003: pp. 1-14) determinó el origen botánico de mieles etiquetadas como miel de ulmo con una alta aceptación en Chile, con ayuda del estudio polínico

se analizó las características físicas y químicas, determinando que las mieles estudiadas se categorizaron en la clase de abundancia de polen III y IV siendo estas media y alta, mostrando así la gran abundancia en especies de plantas utilizadas por *Apis mellifera* L. para la elaboración de miel.

En el estudio realizado por Diéguez (2017: pp. 16), obtuvo la biodiversidad polínica y botánica de 2 localidades alcarreñas y 2 localidades manchegas situadas en la península Ibérica, evaluó la influencia del ambiente en la biodiversidad polínica y botánica. En sus resultados se determinó que la altitud y los factores climáticos del lugar no afectó la diversidad polínica, botánica y la producción de polen, además manifiesta que una diversidad florística abundante no influye en la producción de polen. La mayor producción de polen y variedad florística se encontró en la localidad Alcarreña la misma que se encontraba a mayor altitud.

En Ecuador el estudio de la diversidad polínica y de la flora melífera se encuentra en fase temprana. Gualpa et al. (2019), realizó una investigación de la flora apícola en la estación experimental de Tunshi, Riobamba, Ecuador en donde generaron un listado de 32 especies vegetales pertenecientes a 17 familia botánicas. La familia Asteraceae fue la de mayor importancia melífera seguida por las familias Myrtaceae, Rosaceae y Solanaceae.

PROBLEMA

En el Ecuador no se conoce la influencia de la vegetación en la producción de miel lo cual no ha permitido diferenciar los tipos de mieles ya que la determinación de las preferencias florísticas de las abejas para la producción de miel se ha determinado en forma empírica. La diferenciación es un punto estratégico por el cual los apicultores pueden dar un valor agregado a su miel. Los estudios relacionados a la caracterización del aporte polínico de las plantas arbóreas y arbustivas no han evolucionado más allá de estudios preliminares por lo que no existe la suficiente información acerca de los métodos de análisis melisopalinológico y polinológico ni del aporte ecológico que permita conocer e identificar el grano de polen.

JUSTIFICACION

La apicultura es una actividad económica que tiene un gran potencial, pero su producción a nivel nacional es muy baja, esto se debe a la falta de capacitación y al bajo compromiso de los apicultores para implementar tecnologías nuevas a sus apiarios. La poca información de los estudios relacionados a la apicultura hace que muchas de las colmenas en Ecuador tengan

dificultades para obtener un óptimo rendimiento. En el Cantón Latacunga no existe información sobre la caracterización del aporte polínico de la miel por lo que el estudio del aporte polínico de las especies arbóreas y arbustivas será de vital importancia para determinar un método estandarizado para determinar la calidad de la miel.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar el aporte polínico de especies arbóreas y arbustivas en tres muestras de miel procedentes de apiarios, ubicados en el Cantón Latacunga

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las especies arbóreas y arbustivas que componen el perfil polínico de las tres muestras de miel
- Categorizar las mieles en estudio de acuerdo con su procedencia botánica

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA

La flor de las especies arbóreas y arbustivas de la cual se alimentan las abejas no influye en el tipo de miel

HIPÓTESIS ALTERNANTE

La flor de las especies arbóreas y arbustivas de la cual se alimentan las abejas influye en el tipo de miel.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Miel

Ulloa et al. (2010: p.11) define que la miel es una sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellifera* o por diferentes subespecies, a partir de néctar de las flores y de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales (Ulloa et al., 2010: p.11).

La miel constituye uno de los alimentos más primitivos que el hombre aprovechó para nutrirse. Su composición es compleja y los carbohidratos representan la mayor proporción, dentro de los que destacan la fructosa y glucosa, pero podemos encontrar variedad de enzimas aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes vitaminas y minerales (Ulloa et al., 2010: p.11).

1.1.1. Origen

La abeja forma la miel a base de dos tipos de secreciones azucaradas, la primera es obtenida del néctar de las flores y la segunda del mielato o mielada, que son secciones azucaradas depositadas por algunos insectos y de exudados de ciertas partes vivas de las plantas, ambos tipos son originados en el fluido que distribuye los nutrientes en las plantas vasculares. A partir de la mielada (mielato) se obtiene la miel de mielato aquella que es obtenida de manera indirecta o también se denomina origen indirecto, debido a que este es obtenido de los depósitos de ciertos insectos como algunos himenópteros (áfidos) del orden *Rhynchota*, que se alimentan del floema de varios árboles o arbustos que secretan líquidos dulces (Prior, 1989: p. 9; Ortiz, 1992: p.38).

1.1.2. Néctar y Nectarios

El néctar es una sustancia rica en carbohidratos producida en las flores a través de glándulas secretoras llamadas nectarios, su función principal en la polinización es ofrecer esta sustancia como recompensa floral (Castellano et al, 2012: pp. 13-36). El néctar puede ser floral o extra floral, el néctar floral es producido por un conjunto de células especializadas que se encuentran en la flor mientras que el extra floral se encuentra en las estructuras externas a la flor, es de menor calidad

en cuanto a nutrientes que posee en comparación con el néctar floral (Cornejo, 1993: pp. 158; citado en Romero 2017: p.5).

De acuerdo con la función del nectario se los clasifica como nectarios nupciales, aquellos que se encuentran relacionados con la polinización, es decir, que promueven la fertilización cruzada dando recompensas a los polinizadores y extra nupciales que no se encuentran relacionados directamente con la polinización (Delpino, 1868: p. 2065-407, citado en Lattar et al., 2009: p.34).

1.1.3. Factores inherentes a la producción de miel

Los factores internos que inciden en la producción de néctar son varios, podemos encontrar la inervación de los nectarios, el tamaño de las flores, su posición en la planta, el tamaño de la rama en que están insertos, edad, madurez y especie. La cantidad y concentración del néctar segregadas por las flores de especies dioicas depende del sexo. Así, las flores masculinas de *Musa acuminata* producen de 4 a 5 veces más néctar que las femeninas, y es más concentrado. Algo parecido ocurre con el género *Saix*, en algunas especies Cucurbitaceae (*Cucumis*, *Cucurbita*) las flores femeninas producen más néctar que las masculinas. La cantidad de néctar segregada por las flores depende también del estado de madures de las mismas (García, 2003: pp. 45-46).

Los factores externos que afectan secreción del néctar son principalmente: humedad, tipo de suelo, uso de fertilizante, temperatura, viento, hora del día, época del año, duración del día, horas de insolación y la fotosíntesis. Normalmente, cuando la humedad del aire es alta segrega néctar en grandes cantidades, pero pobre en azúcares, debido al efecto higroscópico de los azúcares contenidos en el néctar que absorben más agua de una atmósfera saturada que una seca (García, 2003: p.46).

1.1.4. Función de los nectarios

Según Bentley (1976: pp. 815-820) y Stephenson (1982: pp. 33-34), describe que los nectarios florales y extrafloral se diferencian en función y posición, los nectarios extraflorales tienen la función de atraer insectos que protegen a la planta de la herbivoría, sirven de defensa, establecen un mutualismo entre la planta y el insecto predador, generalmente los mutualistas son las hormigas.

1.1.5. Atracción

Las plantas ricas en sacarosa, flores grandes intensamente coloreadas y con mayor número de flores abiertas, son las que ejercen mayor atracción sobre las abejas melíferas. El color y aroma

actúan conjuntamente, las abejas se guían desde lejos por el color de las flores, mientras que estas están cerca se orientan por el olfato (Robacker y Erickson, 1984: pp. 1993-203; citado en García 2003: pp. 47-48).

1.1.6. Recolección

La recolección del néctar empieza al momento que la abeja vuela de la colmena y descubre una fuente de alimento, con la ayuda de su lengua o glosa, la abeja pecoreadora absorbe el néctar o la mielada, invariablemente se encuentran impregnados del polen procedente de la planta productora, después la sustancia recogida se pasa a través de la laringe y del esófago al buche melario, donde se almacena para después transportarlo a la colmena. En el trayecto la abeja filtra las partículas sólidas contenidas en la sustancia ingerida gracias al proventrículo, enviándolas al intestino (García, 2003: p.48).

1.1.7. Elaboración de la Miel por la abeja

Las abejas melíferas tienen una trompa constituida por piezas que corresponden a las maxilas de los insectos mordedores que en ellas tiene la función de lengua succionadora (Ortega, 1987; citado en Baño, 2000: p.28).

Usualmente la abeja receptora somete a un tratamiento de ensalivación en su aparato bucal, a través de este proceso se descompondrá por medio de diversas digestiones enzimáticas en compuestos ricos en fructosa y glucosa. La abeja receptora enrolla y desenrolla su trompa durante 20 minutos exponiendo al aire la gota de néctar disminuyendo el contenido de agua del 55% al 40 %, posteriormente deposita su carga en la celdilla para ser sellada, debido a que el contenido de humedad dentro de la celdilla es alto, la abeja elimina el exceso empleando sus alas para abanicar y extraer hasta un 80% (Baño, 2000: p.29).

1.1.1.1 Aireación

La segunda etapa en la producción de la miel por parte de las abejas se realiza en la colmena y se desarrolla en dos fases. Una activa en la que las abejas receptoras toman parte y otra pasiva en la que participan la totalidad de las abejas de la colmena (García, 2003: p.49).

En la fase activa, las abejas encargadas de la elaboración de la miel alargan la glosa y regurgitan una gota de su buche melario, la gota se desliza por la lengua estirada, de modo que la superficie

de evaporación aumenta, quedando expuesta a la corriente de aire caliente del interior de la colmena. Luego la vuelve a absorber o la pasa a otras abejas. (García, 2003: p.49).

El proceso de aireación se va haciendo cada vez más difícil por el aumento de la viscosidad del líquido y finalizará cuando el contenido en agua se encuentre entre el 30 y 40%. En este momento se deposita la gota en una celdilla y comienza la fase pasiva del proceso de maduración de la miel, que consiste en una intensa ventilación operada por las abejas sobre panales (García, 2003:p.49).

1.1.1.2 Madurez

El proceso de maduración dura de uno a tres días y en él influye la población de la colmena, la oferta de fuente nectaríferas, el contenido de agua de materia prima, el grano de llenado de las celdillas y factores climáticos como humedad, temperatura y viento (García, 2003: p.49).

1.1.1.3 Almacenamiento

En esta fase la evaporación es indirecta, causada por las intensas corrientes de aire que de forma natural y sin participación directa de las abejas, ocurre en el interior de la colmena especialmente durante la noche. Con el producto intermedio de modo de gotitas o de película fina se rellenan las celdillas, en un principio hasta un tercio o cuarto de su volumen. La proporción de agua se reduce hasta un nivel inferior al 18 y 19% (García, 2003: p.49).

1.1.1.4 Operculado de obtención de la miel

Con el fin de impedir el contacto de la miel con el aire, del que podría absorber agua por su capacidad higroscópica las abejas operculan (cierran) las celdillas con cera. De este modo se conserva la miel. La miel transformada o madura se caracteriza porque, después de ocurridas las reacciones químicas citadas y otras, en el polarímetro se aprecia que el plano de luz polarizada gira a la izquierda, debido a que la fructosa es levógira, mientras que el néctar es primitivo y gira a la derecha es dextrógiro (García, 2003: p.50).

1.1.1.5 Deshumificación y desoperculado

Antes de proceder a desopercular, que es la eliminación de la cera que a modo de opérculos tapa las celdillas que contienen miel madura, se debe controlar el contenido de humedad, especialmente cuando los panales no están completamente operculados. Para ello, se toman

algunas muestras de miel de las celdas del panal en la parte central y periférica, se efectúa la medida de la humedad con un refractómetro y se calcula la media de los valores obtenidos. Si ésta es inferior al 18% se puede proceder al desoperculado; en caso contrario es necesario deshumificar la miel mediante una corriente de aire seco recurriendo al mismo sistema usado por las abejas ventiladoras (García, 2003: p.50).

Para la deshumificación de los panales, puede ser suficiente el empleo de un secador común que esté en condiciones de funcionar 24 horas seguidas. Las alzas que contienen los cuadros se superponen una a otra, se realiza un orificio en la base y se introduce el tubo de emisión de aire, se procede a crear una vía de salida para el aire húmedo (García, 2003: pp. 50-51).

1.1.1.6 Centrifugado y filtrado

En el proceso de centrifugación es bueno que el extractor se apoye sólidamente sobre el suelo para evitar sacudidas y desplazamientos. Para esta operación, se pueden utilizar centrífugas de modelo radial o tangencial, que constan de un recipiente cilíndrico de acero inoxidable sobre cuyo eje central están situados unos cestillos donde se disponen los panales (García, 2003: p.52).

Si se emplean centrífugas tangenciales es bueno proceder con precaución, sobre todo en el caso de panales nuevos, los mismos que se rompen con facilidad. Inicialmente se debe operar con velocidad moderada quitando sólo parte de la miel presente en una cara. Se pasa después a extraer el producto contenido en la otra cara aumentando la velocidad. Finalmente, se completa la extracción de la primera cara trabajando a velocidad elevada (García, 2003: p.52).

Para eliminar los fragmentos de cera de abejas y otras impurezas que inevitablemente se mezclan con la miel durante la centrifugación, es necesario realizar posteriormente un filtrado seguido de una decantación. Para realizar el filtrado se colocan tamices o mallas de 1.8 a 2.0 mm de luz a la salida del extractor. Debe usarse un filtro microscópico para impedir el paso de los granos de polen, los mismos que servirán como indicadores del origen botánico y geográfico de la miel (García, 2003: pp. 52-53).

1.1.1.7 Decantación y Limpieza

La decantación es necesaria tanto para eliminar las burbujas de aire como la cantidad de impurezas que pueden permanecer en la miel después de los procesos de filtrado, como para dejar reposar el producto, durante la centrifugación (García, 2003: p.53).

La decantación se realiza en unos recipientes especiales llamados “maduradores”. Este proceso dura desde unos pocos días hasta un mes, según el tipo de miel y la temperatura utilizada, para permitir la afloración de todas las burbujas de aire contenidas en la miel. (García, 2003: p.53).

Con temperaturas de 30°C, que es la más adecuada, se obtiene entre 15 y 20 días una miel limpia y libre de aire. En todo caso será la experiencia la que dirija al apicultor en la elección del tiempo más idóneo para cada tipo de miel. En el caso de mieles de cristalización rápida (diente de león, colza, miel de septiembre) se debe centrifugarla miel entre 1 y 2 días después de la cosecha, de otro modo cristalizan en el madurador (García, 2003: p.53).

1.2. Contenido bromatológico del polen

El polen encierra de manera muy compleja todos los elementos activos en armonía y sinergia para la vida, (Lo que no puede ser realizado sintéticamente en los laboratorios). Hay en la naturaleza 22 aminoácidos esenciales (proteínas). El polen es el único alimento que contiene los 22 aminoácidos esenciales necesarios para el organismo humano. La cantidad promedio de proteína por peso en el polen es del 25%. El valor nutritivo o biológico es de 86% superior al de la carne de ternera y al de la torta de soja (Mielarlanza, 2014; Citado en Mendoza, 2014: p.28).

1.3. Morfología del polen en plantas arbóreas

1.3.1. La flora melífera

La flora melífera o apícola es el conjunto de especies vegetales que producen o segregan sustancias que las abejas recolectan para su alimentación (polen, néctar o resina). Esta flora es fundamental para la apicultura, la importancia del conocimiento que se tenga de estas plantas nos permitirá conocer las futuras necesidades de conservación y restauración de los ecosistemas, adoptar el manejo de los apiarios a los cambios en el potencial natural y para evaluar el origen floral de procedencia del cual proviene las mieles (Velandia et al, 2012: p.84; Andrada, 2003).

Se puede considerar la vegetación como el insumo más importante a tener en cuenta en la planificación de la actividad apícola, puesto que es la materia prima de la cual las abejas recolectan los recursos que utilizan para la elaboración de su alimento, obteniendo de esta forma productos como el polen, la miel, el propóleo, entre otros productos que son aprovechados por el apicultor para beneficio propio, generando además beneficios ambientales y económicos (Insuasty et al., 2016: pp. 37-44; Doke et al., 2015 pp. 185-193; Sánchez et al, 2013: pp.469-483).

1.3.2. *Polen*

El polen es el gameto masculino (Gametófito masculino) en gimnospermas y angiospermas que se encuentran en las anteras de las plantas. Su función biológica es alcanzar el gameto femenino de la flor (óvulo) de la misma especie y realizar la fecundación. El tamaño varía de 2.5 μ hasta 0.25 mm (Saavedra et al, 2013: 71-76; Elvira et al, 2013: pp.7-17).

Sáenz (1978) citado en Briceño (2018: p.5), menciona que el polen se encuentra rodeado por una capa que lo protege llama esporodermis.

1.3.3. *Intina.*

Es la capa interna y sensible del polen, está compuesta principalmente de celulosa, sustancias pécticas, calosa, otros polisacáridos, enzimas y proteínas.

1.3.3.1. *Exina.*

Es la capa externa y resistente del polen. El compuesto químico fundamental de la exina se denomina esporopolenina formada por polimerización oxidativa de caroteno y ésteres de carotenos en proporciones variables. Los carotenos se pueden encontrar en unas estructuras llamadas “cuerpo de Ubish” ubicados en el tapete. La exina consta a su vez de dos capas:

- Endexina: Capa más interna, es lisa y homogénea con la única excepción de los engrosamientos que a veces presenta alrededor de las aperturas.
- Ectexina: Capa más externa que consta de tres estratos, el tectum, infratectum (Báculos) y base
-

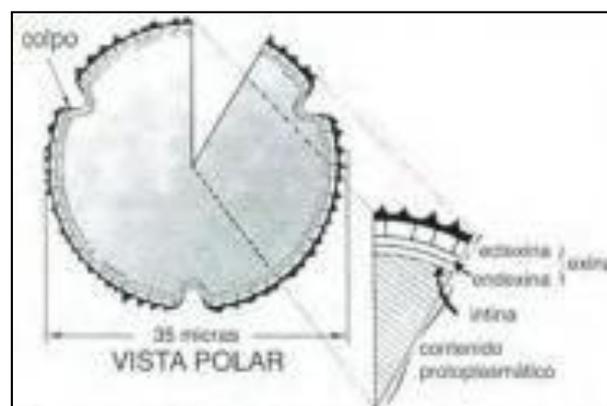


Figura 1-1. Estructura del polen en vista polar (VP)

Fuente: Molina, 2002

1.3.4. El polen como indicador de calidad

Un punto importante es el polen residual en la miel, ya que es considerado como un componente esencial. Desde el punto de vista nutricional no existe mayor controversia puesto que el contenido de polen en la miel es menor a 0.01%. Sin embargo, cuando se trata de determinar el origen botánico y geográfico de la miel, el polen residual en la miel es de vital interés (Bogdanov, 2014: p.3)

1.3.5. Origen de polen en la miel

Los granos de polen son estructuras complejas formadas dentro de los sacos polínicos, y al germinar generan los gametos masculinos que fecundarán a la oosfera o célula sexual femenina. El transporte del grano de polen desde la antera hasta el gineceo se verifica por un proceso llamado polinización. Durante este proceso el polen suele verse sometido a una serie de condiciones adversas, por lo que la naturaleza lo ha dotado de una cubierta protectora extremadamente resistente. La polinización puede realizarse por el viento, los animales o el agua (García, 2003: p.64).

El polen llega a la miel por medio de cuatro vías posibles: 1) como resultado de la acción mecánica de la abeja que sacude las anteras provocando la separación del polen y su caída en el néctar de las flores; 2) Se lleva a cabo en el interior de la colmena por el polen recolectado y almacenado para la nutrición de las mismas y se produce en el curso de transformación del néctar en miel; 3) por el manejo que hace el productor apícola; 4) proviene en parte del polen presente en la atmósfera, mayoritariamente de especies anemófilas (Persano et al, 2007: p.199; citado en Briceño, 2018: p.14).

1.3.6. Morfología y descripción

Una característica del polen es la capacidad de conservarse a lo largo del tiempo debido a su resistencia. Cada planta produce millones de granos de polen que tiene una forma y tamaño único para cada especie y es utilizado para la identificación taxonómica, la diversidad en lo que se refiere a tipos polínicos es amplia, decimos que un grupo de plantas o taxones son euripalínicos cuando presenta una diversidad morfológica y son estenopalínicos cuando presenta cierta uniformidad morfológica en los granos de polen (Jaramillo y Trigo, 2011: p. 8; Hernández, 2011: pp. 97-124).

1.3.7. Polaridad

Después del proceso de la meiosis, los granos de polen se disponen de tétradas antes de su liberación de las anteras en esta etapa se puede distinguir dos polos: El polo proximal que está más cerca del centro de la tétrada y el polo distal que se encuentra en el extremo opuesto. Cuando se unen ambos puntos (polo proximal-polo distal) en una línea imaginaria tenemos el eje polar y la línea que divide al eje polar en dos partes iguales es el eje ecuatorial (figura 2-1, A).

De acuerdo con la polaridad de los granos de polen pueden ser isopolar, cuando el grano de polen proximal y polo distal son iguales en forma y tamaño (figura 2-1, B1). Cuando ambos polos difieren en forma y tamaño, o uno de ellos presenta una abertura que no está presente en el otro los llamamos granos heteropolares (figura 2-1, B, 1 y 2). Cuando es imposible definir la polaridad se dice que es un polen apolar (figura 2-1, B 4). (Jaramillo y trigo, 2011: p.10; Briceño, 2018: p.7).

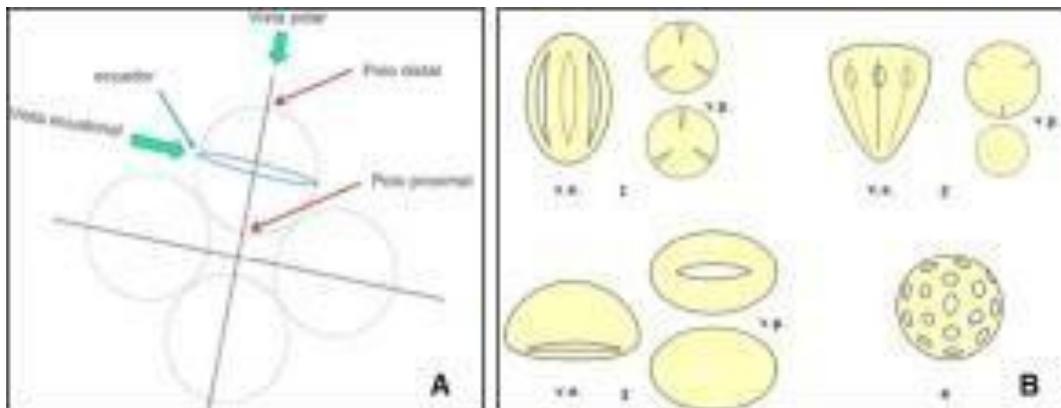


Figura 2-1. A. Polaridad del polen en la tétrada; B. clasificación del polen de acuerdo con la polaridad.

Fuente: Sáenz, 2004.

1.3.7.1. Simetría

La simetría del grano de polen se define en vista polar y ecuatorial. Un polen es radiosimétrico (figura 3-1, 1 y 3) cuando presenta 3 o más planos de simetría. Cuando pase sólo dos planos de simetría el polen se conoce como bisimétrico (figura 3-1, 4 y 5) que a la vez se clasifica en isobisimétrico donde los ejes ecuatoriales son de igual longitud y los denominan heterobisimétricos donde los dos ejes ecuatoriales son de distinta longitud. Un polen que no presenta ningún plano de simetría se define como asimétricos (Figura 3-1, 6) (Diéz y Fernández, 1990; Citado en Briceño, 2018: p.9).

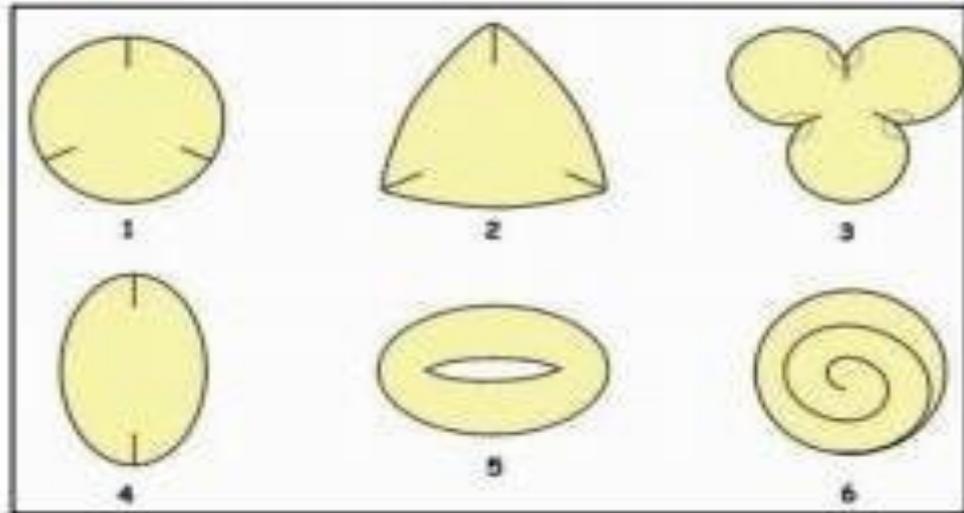


Figura 3-1. Simetría: Radiosimétricos 1 y 3; Bisimétricos 4 y 5; Asimétricos 6.

Fuente: Sáenz, 2004.

1.3.7.2. Forma

La razón entre el eje polar y el diámetro ecuatorial (P/E) nos permite definir la forma de los granos de polen. El polen son simetría radial, cuando el eje polar y el mayor diámetro ecuatorial van a ser medidos en una vista ecuatorial (V.E); mientras en granos de polen bilateral, la anchura ecuatorial solo puede ser medida en vista polar (Briceño, 2018: p.10).

Diferentes autores han establecido distintas terminologías para denominar la forma en relación con el eje polar y ecuatorial. Sáenz (1978) define esta clasificación como polen per-oblado (0.00-0.49 μm), oblado (0.50-0.74 μm), suboblato (0.75-0.87 μm), oblato esferoidal (0.88-0.99 μm), esferoidal (1.00 μm), prolado-esferoidal (1.01-1.32 μm), prolato (1.33-1.99 μm) y per-prolato (mayores a 2.00 μm) (Briceño, 2018: p.10).

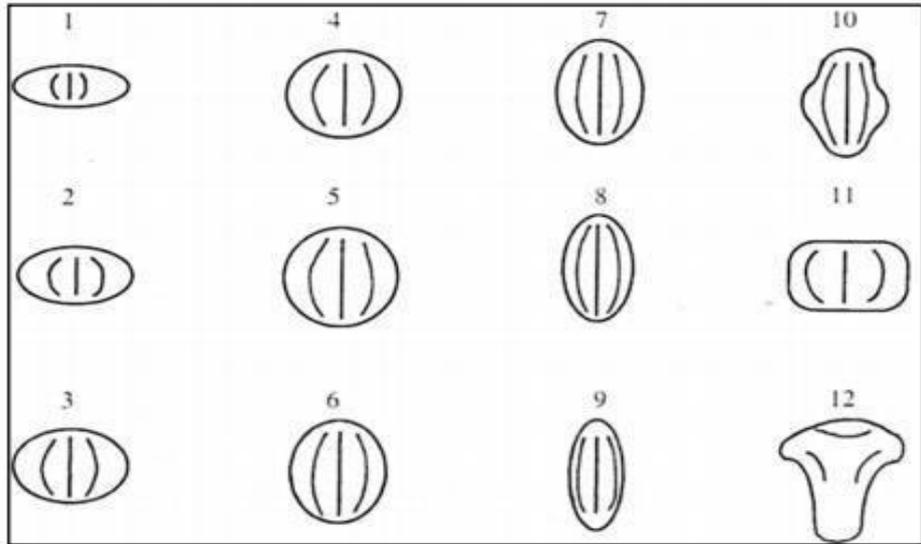


Figura 4-1. Clasificación de los granos de polen de acuerdo con su forma (V.E)

Fuente: Herrera y Urrego, 1996

En la Figura 4-1 podemos ver la clasificación de los granos según su forma, en esto tenemos: peroblado 1, oblato 2, suboblato 3, oblato-esferoidal 4, esferoidal 5, prolato-esferoidal 6, subprolato 7, prolato 8, peroblato 9, romboidal 10, rectangular 11, forma de manzana 12.

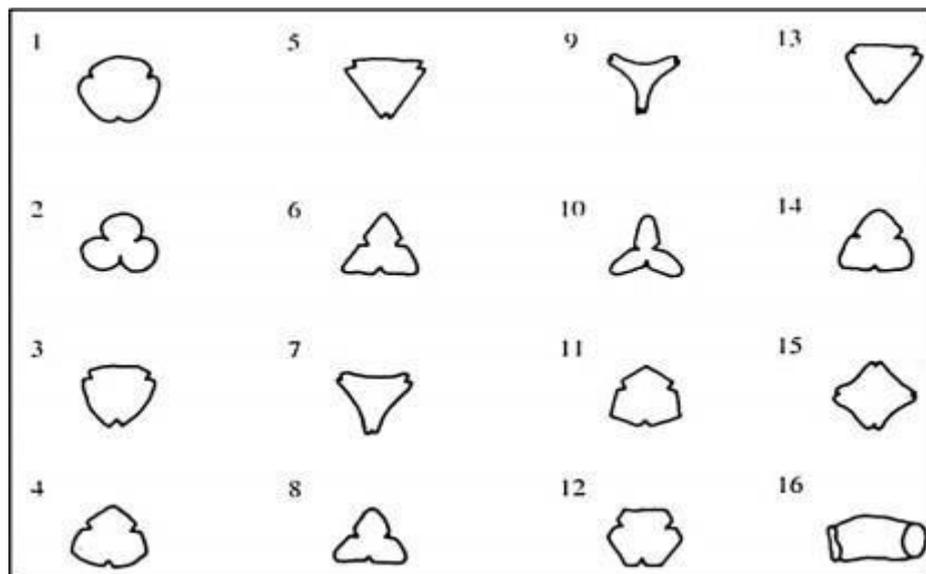


Figura 5-1. Clasificación de los granos de polen en base al tipo de ámbito (VP)

Fuente: Huang 1972; citado por Herrera y Urrego 1996

1.3.7.3. *Ámbito*

El contorno de un grano de polen o esporas en vista polar se denomina ámbito. Los diferentes tipos de ámbito pueden ser: angular, circular, circular-lobado, hexagonal, interangular,

interhexagonal, interlobado, intersemiangular, intersemilobado, intersubangular, lobado, rectangular, semiangular, semilobado, subangular y tubular (Bhattacharya et al, 2006; citado en Briceño, 2018: p.11).

En la Figura 5-1, podemos visualizar la clasificación de los granos de polen en función del ámbito: circular 1, circular-lobado 2 semiangular 3, intersemiangular 4, angular 5, interangular 6, semilobado 7, intersemilobado 8, lobado 9, interlobado 10, exagonal 11, interhexagonal 12, subangular 13, intersubangular 14, rectangular 15, tubular 16. (Huang 1972; citado por Herrera y Urrego 1996).

1.3.7.4. Tamaño

El tamaño de un grano de polen se define en función del eje de mayor longitud (polar o ecuatorial) sin incluir toda aquella excrecencia (espinas, verrugas, etc.) de la exina que sobrepase los 0.5 μm de longitud. Cuando un polen es apolar se toma la medida de su diámetro. Hay una variedad de tamaños de polen por cada especie. Erdtman (1952) citado en Briceño (2018; p.9) estableció una clasificación en cuanto al tamaño del polen: granos de polen muy pequeños: menores a 10 μm ; pequeños 10-15 μm ; medianos 25-50 μm ; grandes 50-100 μm y gigantes mayores a 200 μm .

1.3.7.5. Aperturas

La apertura es uno de los caracteres prioritarios en la descripción de los granos de polen. Se caracteriza por ser áreas adelgazadas y especialmente delimitadas de la exina. Cuando la apertura afecta la capa externa (ectexina) se denomina ectoaperturas y cuando afecta a la capa interna (Endexina) es una endo-apertura (Sáenz, 1978; citado en Briceño, 2018: p.12).

Estas aperturas tienen dos funciones principales, sirven como salida para la germinación del tubo polínico y una vez que el polen se encuentra fuera de la antera constituye el mecanismo de adaptación a las distintas condiciones osmóticas (harmomérgata) (Sáenz, 1978; Hesse et al, 2009: p.261). Según Sáenz (2004: pp.93-112) citado en Briceño (2018: p.12), para describir morfológicamente el polen de acuerdo con sus aperturas se cuenta con el sistema NPC, basado en la clasificación del polen y esporas de acuerdo con su número (N), posición (P) y de carácter (C). El número de apertura varía en cada especie. Un polen es nombrado con los sufijos mono-1; tri-3; tetra-4; penta-5; Hexa-6 y poli-mayores a 6 (Sáenz, 1978; citado en Briceño, 2018: p.12).

Para determinar la posición de las aperturas Sáenz (2004: pp. 93-112) citado por Briceño(2018: p. 12) menciona que en un grano de polen hay que tener presente los ejes de polaridad. Una descripción

polínica, debe decir si las aperturas se encuentran en el polo proximal o distal, y si son paralelas o perpendiculares al Ecuador, por lo cual, se clasifican asignando los siguientes sufijos:

cata: las aperturas se encuentran en la parte proximal del grano de polen (Sáenz, 1978; citado en Briceño, 2018: p.12).

- Ana: consta de una apertura ubicada en la zona distal del polen;
- Anacata: son dos aperturas, una ubicada en el proximal y otra en el polo distal;
- Zono: se caracteriza por tener aperturas en la franja del ecuador;
- Dizono: en las dos franjas ecuatoriales;
- Panto: por toda la superficie (Sáenz, 1978; citado en Briceño, 2018: p.12).

1.3.7.6. Ornamentación

Son aberturas de forma alargada, de longitud doble que la anchura. Se encuentran dispuestas en sentido al eje polar. Cuando aparece una apertura alargada y dispuesta perpendicularmente al eje polar es denominada sulco (Saénz, 2004: pp. 93-112).

Según Sáenz (2004: pp. 93-112), citado en Briceño (2018: p.14) Son aberturas redondas, la relación longitud/anchura es menor a 2 μm , midiendo en dirección al eje polar. También se pueden observar de tipo compuestas cuando la apertura afecta a las dos capas de exina y estas no coinciden en forma o tamaño, estas se clasifican en:

- Colporadas: cuando una apertura está compuesta por ambas formas colpo y poro la función de colpo es solo harmomégata. En este caso cuando el poro se presenta en el sentido del colpo y perpendicularmente dispuesta con respecto al colpo se definirá como alargada, a veces los poros se ponen en contacto por sus extremos, observando en el microscopio óptico una banda clara en forma de anillo que rodea a todo el grano de polen en la zona ecuatorial llamada endocíngulo (Saénz, 2004: pp.93-112).
- Pororadas: compuestas por una ectoapertura de tipo de poro más una endoapertura de cualquier tipo (Saénz, 2004: pp. 93-112).

1.3.7.7. Ornamentación

El tectum presenta frecuentemente un relieve superficial debido a los denominados elementos estructurales que adoptaron diversas formas y cuyo eje mayor generalmente no sobrepasa las 5 μm de longitud. Estos elementos estructurales son variados (figura 6-1), pero permanecen

constantemente dentro de la misma especie, por lo que son una buena característica para diferenciar tipos de polen y esporas (Elvira et al, 2013: pp. 7-17).

Por motivos prácticos, una característica distinta se puede subdividir en elementos ornamentales que se extienden 1 μm de diámetro, si son más pequeños, se marcan con el prefijo micro (Briceño, 2018: p.13).

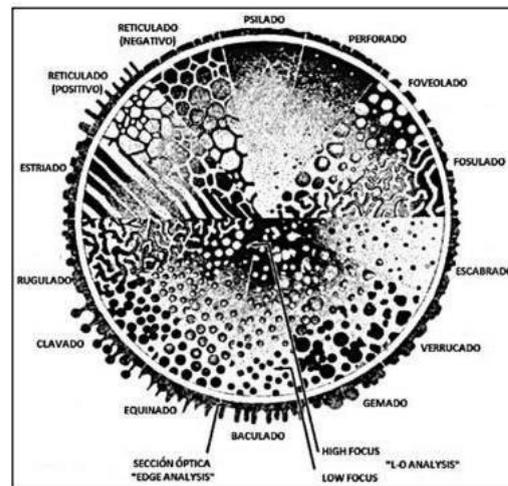


Figura 6-1. Ornamentación del polen.

Fuente: Tomada, 1988

1.4. Melisopalinología

Yuca (2017: pp.31-38), define la melisopalinología como una disciplina de la palinología basada en el análisis cualitativo y cuantitativo del polen en una determinada miel. Su objetivo es conocer el origen botánico y geográfico de las mieles. Permite establecer una denominación del origen y darle valor agregado al producto, ya que muchos atributos y características de las mieles dependen de las especies vegetales que las abejas utilizan como fuente de néctar para su elaboración (Díaz, 2003; citado en Briceño, 2018).

El polen llega a la miel por cuatro vías posibles según Persano et al. (2007: p.139):

- Como resultado de la acción mecánica de la abeja que sacuden las antenas provocando la separación del polen y su caída en el néctar de las flores.
- Se lleva a cabo en el interior de la colmena por el polen recolectado y almacenado para la nutrición de estas y se producen en el curso de transformación del néctar en miel.
- Por el manejo que hace el productor apícola.

- Proviene en parte del polen presente en la atmósfera, mayoritariamente de especies anemófilas.

1.4.1. Principio general

Mediante el estudio de los pólenes contenidos en una miel, la melisopalinología pretende tener conocimiento del origen floral, geográfico y de la riqueza polínica, detectar la presencia de impurezas y partículas extrañas y estima la velocidad de cristalización (García, 2003: p.80).

1.4.2. Aplicaciones

La melisopalinología puede ser utilizada para:

1.4.2.1. Determinar el origen floral de la miel

El estudio microscópico de los componentes del sedimento obtenido de una miel permite no sólo detectar la presencia de esporas y elementos característicos de los mielatos usados por las abejas en su elaboración, sino también identificar los tipos polínicos presentes en la miel y las proporciones relativas en que estos se encuentran. De este modo es posible determinar cuáles han sido las especies vegetales de las que las abejas han obtenido la materia prima para la elaboración de la miel (García, 2003: p. 80).

Se utiliza los términos origen floral y origen botánico para hacer referencia a la procedencia de las sustancias que las abejas utilizan para elaborar la miel, refiriéndose, tanto al néctar floral o extrafloral, como a los pólenes recolectados y a las mieladas o mielatos. El origen floral de una miel va a condicionar sus caracteres organolépticos como sabor, color, olor, entre otros (García, 2003: pp. 80-81).

1.4.2.2. Conocer el origen geográfico de las mieles

El espectro polínico de una miel no es sino un reflejo de la flora que rodea el lugar en el que se sitúa una colmena. Por ello, la vegetación varía en función de factores edáficos, climáticos y geográficos, combinaciones específicas de pólenes pueden ser utilizadas como marcadores geográficos en cada zona. Para que la determinación del origen geográfico de una miel sea posible, es indispensable realizar un estudio exhaustivo de las mieles y tener un conocimiento profundo de la vegetación de las distintas regiones geográficas que quieren usarse como base para la clasificación de las mieles. La atribución de un determinado origen geográfico se ve siempre

facilitada por la presencia en las mieles de pólenes en endemismos vegetales presentes en la zona de producción (García, 2003: p. 81).

1.4.2.3. Determinar la riqueza polínica

El contenido en granos de polen por gramo de miel está en relación con su origen botánico. De este modo, existen mieles normalmente pobres en polen. La riqueza polínica se modifica notablemente con los diferentes sistemas de extracción de la miel de los panales. Las mieles prensadas contienen un mayor número de grano de polen que las centrifugadas. Esto es debido a que cuando se realiza el prensado se extrae y se homogeneiza con la miel el polen acumulado como reserva por las abejas en las celdillas (Maurizio, 1949: pp. 320-455; Louveaux, 1968; pp. 325-362; citado en García, 2003: p.81).

Del mismo modo, en aquellos lugares en donde la flora y las condiciones climáticas propician la recogida de polen por las abejas las mieles que se producen son más ricas en polen. Por el contrario, en lugares en donde habitualmente las abejas sólo pueden recoger el polen necesario para eliminar sus crías y apenas lo almacenan cabe esperar una riqueza polínica menor. (García, 2003: pp. 81-82).

1.4.2.4. Detectar la presencia de impurezas

Los estudios melisopalinológicos dan la oportunidad de detectar en las mieles la presencia de levaduras de fermentación y de otras impurezas de origen botánico (ceras, restos de hongos, restos de abejas) o inorgánicos (partículas minerales). En función de estas presencias y de sus proporciones pueden clasificarse la miel en distintas calidades y predecir la ocurrencia e intensidad de procesos de alteración de la miel como cristalizaciones indeseadas, además de fermentaciones (García, 2003: p.82).

1.4.3. Métodos de melisopalinología

1.4.3.1. El análisis

El grano de polen está formado por una o varias células vivas rodeadas de una pared inerte denominada esporodermis. En la mayoría de las fanerógamas la esporodermis es una estructura de doble capa que presenta una pared exterior o exina y una interior o intina. La exina, capa más resistente, suele tener una o más aberturas por donde sale el contenido celular para fecundar al

óvulo y que además ayuda a mantener la presión osmótica del grano de polen (Harmomegatia). Al mismo tiempo, la exina presenta numerosos caracteres morfológicos que pueden ser utilizados para identificar las especies usadas por las abejas en la producción de miel (García, 2003:p.85).

El análisis cualitativo y cuantitativo de los componentes polínicos de una miel proporcionan valiosa información sobre su origen botánico y geográfico, convirtiendo la técnica en una herramienta fundamental para la tipificación de mieles de calidad y la teledetección de fraudes (García, 2003: p. 85).

1.4.3.2. Clasificación de las muestras de miel

Según García (2003: p. 85), como cualquier otro producto, la miel puede clasificarse atendiendo a múltiples criterios: color edad, origen geográfico, origen floral, destino, características químicas y microbiológicas, además de la clasificación de la miel según el origen botánico.

De acuerdo con la norma Chilena 2981 Of.2005 (CHILE-INN, 2005), para la denominación de origen botánico mediante ensayo melisopalinológico, la miel se puede tipificar, de acuerdo con la flora melífera usada por la abeja, en tres tipos:

- Miel Monofloral: son aquella que poseen el 45% aproximadamente de una misma especie vegetal, denominada como miel monofloral de la especie dominante en su fracción polínica.
- Miel Bifloral: es aquella que posee en su composición la presencia significativa de polen de las dos especies de plantas, alcanza en conjunto el valor mínimo del 50%, y en que ambas especies presenten un porcentaje que no difiere del 5% entre ellos.
- Miel polifloral: son aquella que poseen en su composición en forma significativa granos de polen de tres o más especies vegetales, sin que ninguna de ellas alcance un porcentaje mayor o igual al 45%.

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Localización

El área de estudio se ubicó en las parroquias 11 de Noviembre, Alaquez y Eloy Alfaro del Cantón Latacunga, se seleccionaron tres apiarios, El Paraíso, Azumiel y Jefferson López rspetiamente, de los cuales se realizó la extracción de las 3 muestras de mieles, en la figura 1-2 se observa la ubicación del área de estudio.

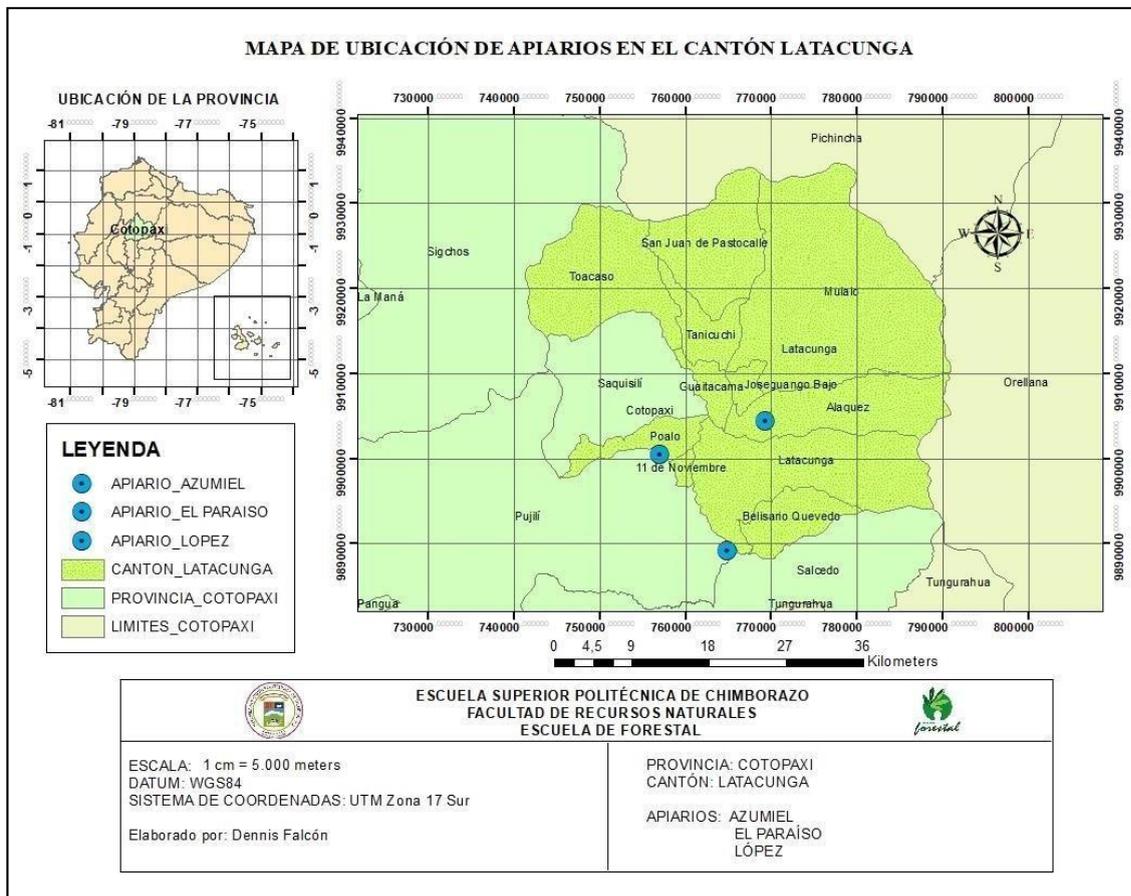


Figura 1-2. Ubicación de los apiarios en el cantón Latacunga

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

2.1.2. *Ubicación geográfica*

Coordenadas UTM

Tabla 1-2: Coordenadas UTM

Apiario 1	Apiario 2	Apiario 3
Este (X): 764775.995	Este (X): 769274.762	Este (X): 757028.574
Norte (Y): 9889194.8	Norte (Y): 9904443.459	Norte (Y): 9900492.056

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

2.1.3. *Características climáticas*

La temperatura media anual en Latacunga según los datos tomados del PDyOT de Latacunga (2016: p. 32-40) en el año 2011 a 2014 fue de 15,2 °C máxima y 1,18 °C como mínima, en promedio 14,3 °C, la precipitación media anual máxima en el año 2014 fue de 154,8 mm y la humedad relativa presente fue del 83%.

2.1.4. *Zonas de vida*

De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1967) citado por PDyOT de Latacunga (2016: p. 41) la clasificación de zona de vida es estepa espinosa montano bajo.

2.2. Materiales y Equipos

2.2.1. *Materiales de campo*

Libreta de apuntes, lápiz, GPS, cámara fotográfica, traje de apicultor, velo de apicultor, guantes de apicultor, botas de caucho, ahumador, espátula, colador de miel, centrifuga, frasco hermético de vidrio de 250 ml.

2.2.2. *Materiales de laboratorio*

Centrifuga (Dynac III), balanza digital (Radwag), Thermo Scientific (Cimarec), horno (BOV-T70C), microscopio (Universal trinocular LED Motic BA310E TLED), reverbero eléctrico, cámara extractora de gases, matraz Erlenmeyer, tubos de ensayo, probeta 100 ml, vaso de precipitación, pipeta graduada, pera de succión, micro pipeta, gradilla, espátula, papel absorbente,

pinzas, puntas de micro pipeta, porta y cubre objetos, cámara de Neubauer, agua destilada, glicerina, ácido acético, ácido sulfúrico, anhídrido acético.

2.2.3. *Materiales y equipos de oficina e informáticos*

Hojas de registro, papel bond, impresora Epson, programa ArcGIS 10.5 y Motic Imagens Plus 3.0.

2.3. Metodología

2.3.1. *Fase de campo*

2.3.1.1. *Recolección de muestras de miel*

La recolección de muestra se realizó en los tres apiarios ubicados en las Parroquias: 11 de Noviembre, Alaquez y Eloy Alfaro del cantón Latacunga, con ayuda de GPS se efectuó la georreferenciación.

Se procedió a la recolección de las muestras de mieles de los tres apiarios, se extrajo las mieles con ayuda de una espátula y centrifugado. Cada muestra fue almacenada en frascos de vidrio herméticos de 250 ml debidamente etiquetados, se almacenó a temperatura ambiente hasta su análisis.

Las muestras de miel obtenidas se llevaron al laboratorio de Ciencias Químicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para el análisis químico utilizando el método de acetólisis.

2.3.2. *Fase de laboratorio*

2.3.2.1. *Método de acetólisis para muestras de miel*

Se extrajo 10 g de la muestra miel, con una espátula del envase de 250 ml, se pesó la muestra en un matraz Erlenmeyer y se agregó 40 ml de agua destilada, se agitó y se mezcló hasta obtener una solución diluida, la muestra cristalizada se puso en un recipiente y se diluyó mediante un baño maría, después se colocó cada una de las muestras en tubos de ensayo de 10 ml y rotulamos.

Los tubos de las muestras que contenían un igual volumen se colocaron en la centrifuga por 4 minutos a 3000 r.p.m., después de terminado el proceso de centrifugación se sacaron los tubos de ensayo y se decantó de un golpe quedando solo un sobrante.

Después de la decantación de los tubos de ensayo se añadió 1 ml de agua destilada a cada muestra y se agito, las muestras homogenizadas se mezclaron para obtener una sola mezcla por localidad, para luego ser colocadas en la centrifuga por 4 minutos a 3000 r.p.m., se decanta los tubos de ensayo de golpe quedando solo un sobrante.

En la cámara de gases en el sobrante de la decantación se añadió 2 ml de ácido acético se centrifugó 4 minutos a 3000 r.p.m, se procede a una nueva decantación en un vaso de precipitación de 50 ml, en la cámara de gases se preparó la solución de acetólisis (nueve partes de anhídrido acético ($C_4H_6O_3$) + una parte de ácido sulfúrico (H_2SO_4) gota a gota).

Se adiciona entre 5 y 6 ml de la mezcla de cada tubo y calentamos en estufa para tubos por 6 minutos a 100°C (Este calentamiento se puede hacer en baño María con mucho cuidado). La indicación de reacción óptima fue cambio de color a café oscuro, se tuvo el cuidado de no sobrecalentar la mezcla pues la reacción se toma muy violenta y hay peligro de exposición de los tubos.

La mezcla se llevó a centrifugar durante 4 minutos, después se vació los tubos de ensayo de la muestra de ácido acético en un vaso de precipitación de 50 ml con precaución en la cámara de gases quedando solo los sobrantes de los tubos de ensayo. Se lleno los tubos de ensayo con agua destilada a 10 ml y se centrifugo durante 4 minutos y posteriormente se decantó de un golpe, y se repitió.

Se preparó una solución de glicerol (50% glicerina + 50% de agua destilada) y se llenó los tubos de ensayo con glicerol (esto permite que el polen se mantenga fresco). Los tubos de glicerol se centrifugaron durante 4 minutos y se decantó en posición vertical. Posteriormente se colocó un papel absorbente, para recoger el exceso de glicerol, y los tubos de ensayo en la gradilla metálica. En la parte inferior del tubo de ensayo se quedan los granos de polen.

Se Colocó los tubos de ensayo a secar en estufa entre 15 a 30 minutos a 60°C. Después se extrajo 10 μ l de sedimento polínico y se procedió a montar los preparados acetolizados.

2.3.2.2. Descripción del perfil polínico

Para determinar el tamaño se clasificó en polen pequeño (10-25 μm), mediano (25-50 μm) y grande (50-100 μm) de acuerdo con el eje ecuatorial. Para la descripción del perfil polínico se midió la longitud del eje ecuatorial (E) y polar (P), de cada grano de polen, se identificó con ayuda del programa Motic Imagen Plus 2.0. Los parámetros determinados fueron polaridad, simetría, forma, ámbito, apertura y ornamentación cada uno de ellos propios de cada familia botánica.

2.3.2.3. Identificación y conteo

Para identificar los elementos del polen, se examinó las placas bajo el microscopio en el cual se encontraba incorporada una cámara, se utilizó un aumento de 100 X, se procedió a determinar los tipos de polen. Posteriormente se fotografiaron cada grano de polen.

Se realizó la identificación en base a la forma, ámbito y demás características, se comparó las fotografías obtenidas de los granos de polen con la polinoteca en línea de Roubik (2003). La identificación se realizó a nivel de familia, género y en algunas muestras se llegó a determinar la especie.

Para contar los granos de polen se utilizó la cámara de Neubauer, se añadió 10 μl del sedimento de polen y una gota de aceite de inmersión. Se realizó barridos con un aumento de 40X (objetivo), se contó solo el polen que se encontraba en los cuadrantes en forma de zigzag, se procedió el conteo únicamente de los granos de polen que se encuentran en el borde izquierdo superior, esto evita el doble conteo.

2.3.2.4. Características botánicas

Para poder determinar la categorización de mieles se tomó en cuenta varios factores como la frecuencia de clases mostrada en la Tabla 2-2, la cual indica el porcentaje de polen que se encuentra en las muestras de miel para clasificarlas como monofloral, bifloral, multifloral, entre otras.

Las mieles fueron caracterizadas de acuerdo con Louveax et al. (1978) y las normas Chilena 2981 Of.2005 (CHILE-INN, 2005), como monoflorales, cuando en su composición predominó una especie, familia o género, con un porcentaje de polen superior a 45% y multiflora, mixta o polifloral, cuando dos o más especies se presentaron con porcentajes iguales o mayores al 10%.

A su vez las multiflorales se las divide en biflorales, cuando dos tipos de polen tuvieron porcentajes intermedios, oligoflorales cuando predominaron dos o más taxas de una sola familia con porcentajes intermedios de polen y multiflorales cuando tres o más tipos de polen se registraron con porcentajes mayor o igual a 10% como lo manifiesta Ramirez et al., (2011).

Tabla 2-2: Clases de Frecuencia para la identificación de la miel.

Clases de frecuencia	Porcentaje (%)
D Polen predominante	> 45
S Polen secundario	16-45
M Polen de mayor importancia	3-15
T Polen menor	> 1- < 3
+ Polen presente	< 1

Fuente: Loveaux et al., 1978.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

2.3.3. *Diseño experimental*

En la investigación se determinó la normalidad de los datos aplicando Shapiro-Wilks y se utilizó la prueba para el análisis de datos no paramétricos de Kruskal-Wallis.

Tabla 3-2: Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks

Muestra n°	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	Sig	Estadístico	Sig.
1	0,283	0,001	0,751	0,000
2	0,280	0,001	0,706	0,000
3	0,279	0,001	0,759	0,000

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Identificación del perfil polínico de tres muestras de miel

3.1.1. Identificación las especies arbóreas y arbustivas

En la identificación de las especies arbóreas y arbustivas presentes en las tres muestras de miel del Cantón Latacunga, se encontró un total de 10 familias distribuidas en 3 géneros y 13 especies entre herbáceas, arbóreas y arbustivas presentes en las muestras de mieles, en donde *Eucalyptus globulus* Labill. se encuentra presente en las tres muestras como se observa en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Especies presente en las muestras de mieles.

Familias	Genero	Nombre Científico	Estrato vegetal	Apiarios
Acanthaceae	<i>Odontonema</i>	<i>Odontonema cuspidatum</i> (Nees) Kuntze	Herbácea	Azumiel
Apiaceae	<i>Daucus</i>	<i>Daucus sp.</i>	Herbácea	El Paraíso
Asteraceae	<i>Ambrosia</i>	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Herbácea	Jefferson López
	<i>Artemisia</i>	<i>Artemisia sp.</i>	Arbustiva	El Paraíso
Betulaceae	<i>Alnus</i>	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Arbóreo	Jefferson López
Boraginaceae	<i>Echium</i>	<i>Echium vulgare</i> L.	Herbácea	Azumiel
Fabaceae	<i>Baptisia</i>	<i>Baptisia australis</i> (L.) R. Br.	Arbustiva	Jefferson López
	<i>Trifolium</i>	<i>Trifolium pratense</i> L.	Herbácea	Azumiel
	<i>Senegalia</i>	<i>Senegalia sp.</i>	Arbustiva	Jefferson López
	<i>Macroptilium</i>	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb.	Arbustiva	El Paraíso
Malvaceae	<i>Bastardiopsis</i>	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	Arbóreo	Azumiel
	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Arbóreo	Azumiel
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Arbóreo	El Paraíso
	<i>Eucalyptus</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Arbóreo	Azumiel
	<i>Eucalyptus</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Arbóreo	Jefferson López
	<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	Arbustiva	El Paraíso
Poaceae	<i>Streptochaeta</i>	<i>Streptochaeta spicata</i> Schrad. ex Nees	Herbácea	Jefferson López
Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>Prunus serotina</i> Ehrth.	Arbórea	El Paraíso
Total de especies arbóreas			7	
Total de especies arbustivas			5	
Total de especies herbáceas			6	
Total de estrato vegetal			18	

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

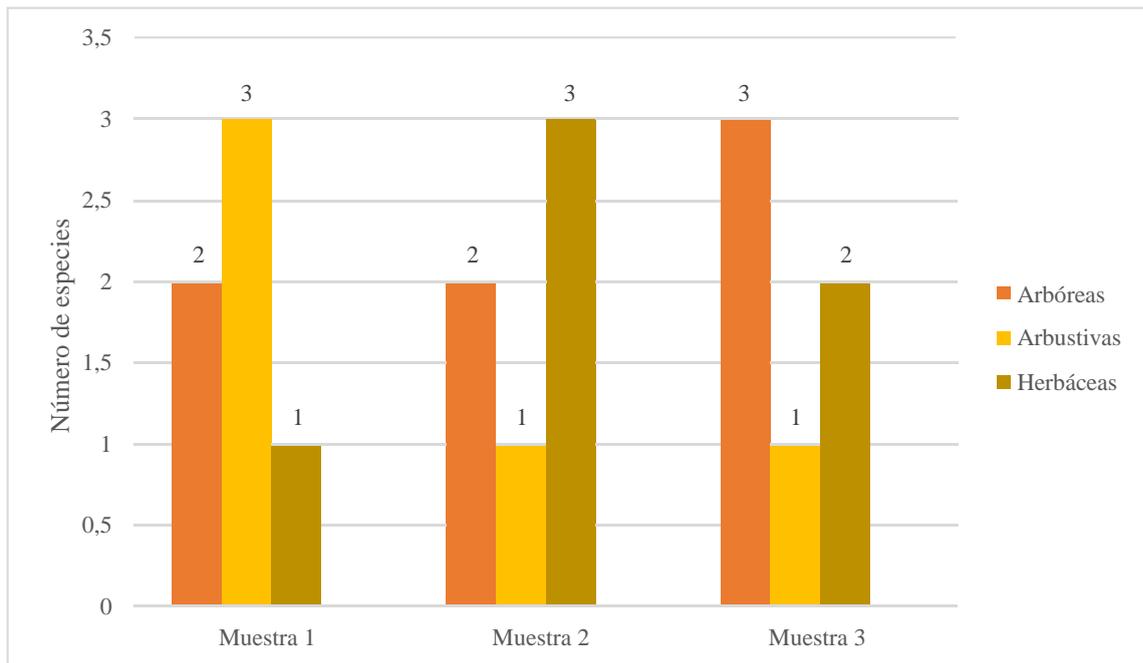


Gráfico 1-3. Número de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas encontrados en los tres apiarios en estudio

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

3.1.2. Descripción del perfil polínico

Dentro del perfil polínico se describieron 18 granos de polen, pertenecientes a 10 familias, teniendo variedad de perfiles polínicos. Los parámetros observados fueron polaridad, simetría, ámbito, apertura y ornamentación mismos que caracteriza a cada familia. En la descripción se determinó abreviaturas como (L1) E= longitud del eje ecuatorial, (L2) P=longitud del eje polar, v.e = vista ecuatorial, v.p = vista polar. A continuación, se presentan las familias de especies botánicas descritas por su perfil polínico.

3.1.2.1. Familia Acanthaceae

Para la familia Acanthaceae se encontró la especie *Odontonema cuspidatum* (Nees) Kuntze, se clasificó el tamaño del grano de polen como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma suboblato en v.e., L1= 52.81 μ m y L2= 45.76 μ m, ámbito circular en v.p., apertura y ornamentación psilado (Figura 1-3).



Figura 1-3. *Odontonema cuspidatum* (Nees) Kuntze.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

3.1.2.2. Familia Apiaceae

Para la familia Apiaceae se encontró la especie *Daucus sp.*, el grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato esferoidal en v.e., $L1= 89.74\mu\text{m}$ y $L2=51.15\mu\text{m}$, ámbito circular en v.p., apertura y ornamentación psilado (Figura 2-3).



Figura 2-3. *Daucus sp.*

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

3.1.2.3. Familia Asteraceae

En la familia Asteraceae, se encontraron dos especies *Artemisia sp.* y *Ambrosia artemisiifolia L.*, los granos de polen para *Artemisia sp.*, se clasificó como mediano, polaridad isopolar, con simetría radial, forma circular lobado en v.e. y ámbito subtriangular en v.p., $L1= 42.5\mu\text{m}$ y $L2= 45.16\mu\text{m}$, apertura tricolporado y ornamentación equinada; para *Ambrosia artemisiifolia L.* el polen se clasificó como grande, con simetría radial, forma oblato-esferoidal en v.e. y ámbito

circular en v.p., L1= 68.87 μ m y L2=68.39 μ m, apertura periporado y ornamentación foveolado (Figura 3-3; 4-3).

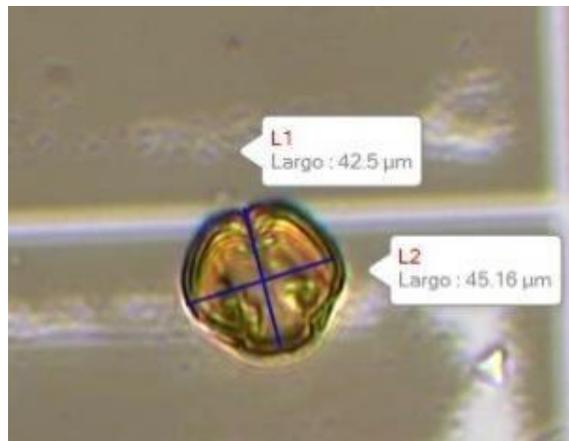


Figura 3-3. Artemisia sp.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

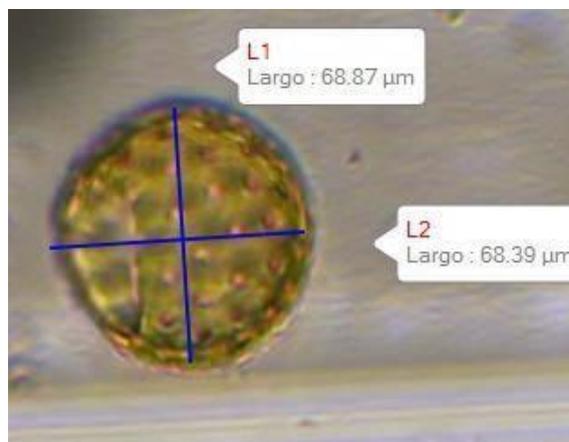


Figura 4-3. Ambrosia artemisiifolia L.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

3.1.2.4. Familia Betulaceae

En la familia Betulaceae se encontró la especie *Alnus acuminata* Kunth, el grano de polen se determinó como grande, polaridad isoporal, con simetría radial, forma romboidal en v.e., ámbito rectangular en v.p., L1= 61.75 μ m y L2= 56.14 μ m y ornamentación psilado (Figura 5-3).

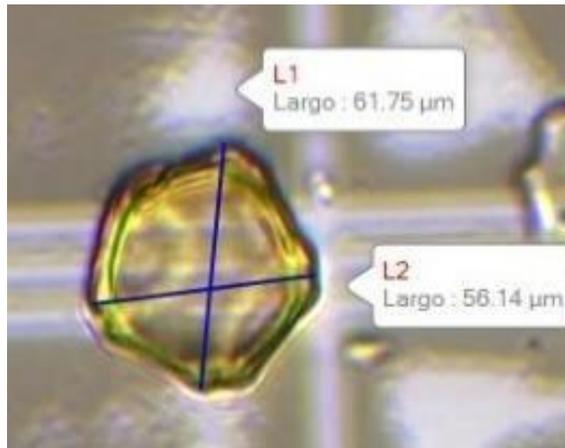


Figura 5-3. *Alnus acuminata* Kunth.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

3.1.2.5. Familia Boraginaceae

En la familia Boraginaceae se describió la especie *Echium vulgare* L., clasificándolo como grano de polen como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma esferoidal en v.e., L1= 47.94 μ m y L2=51.39 μ m, ámbito circular en v.p., apertura triporado y ornamentación psilado (Figura 6-3).



Figura 6-3. *Echium vulgare* L.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

3.1.2.6. Familia Fabaceae

En esta familia se describió cuatro especies, el tamaño de polen para *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato en v.e. y abito circular en v.p., L1= 56.02 μ m y L2= 54.52 μ m, apertura tricolporado y ornamentación estriada (Figura 7-3); para *Trifolium pratense* L., el grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma subprolato en v.e., L1= 64.44 y L2=

45.25, ámbito circular-lobado en v.p., apertura tricolporado y ornamentación reticulada (Figura 8-3).

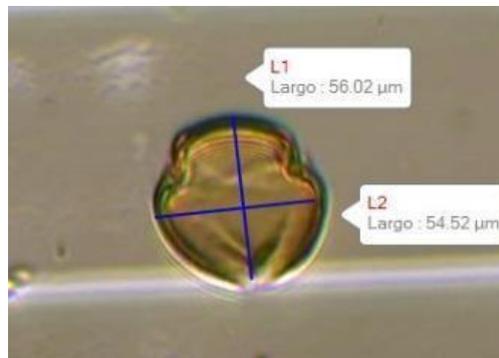


Figura 7-3. *Macroptilium atropurpureum*

Realizado por: Falcón Dennis. 2021



Figura 8-3. *Trifolium pratense* L.

Realizado por: Falcón Dennis. 2021



Figura 9-3. *Senegalia* sp

Realizado por: Falcón Dennis. 2021

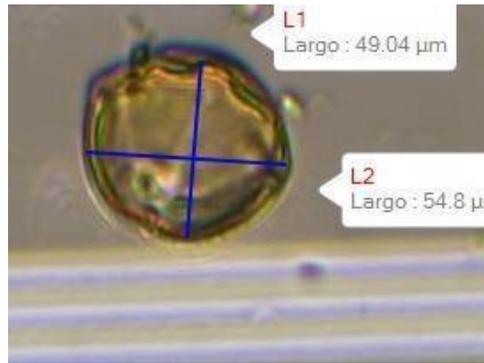


Figura 10-3. *Baptisia australis* (L.) R. Br.

Realizado por: Falcón Dennis. 2021

Para *Senegalia sp.*, el grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma suboblato en v.e., L1= 103.86 μ m y L2=121.67 μ m, ámbito circular en v.p., apertura triporado y ornamentación foveolado (Figura 9-3); el grano de polen para *Baptisia australis* (L.) R. Br., se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato en v.e., L1= 49.04 μ m y L2=54.8 μ m, ámbito circular en v.p., apertura triporado y ornamentación microrreticulada (Figura 10-3).

3.1.2.7. Familia Malvaceae

En la familia Malvaceae se describió dos especies, el tamaño del polen para *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn) Hassl., se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma peroblato en v.e., L1= 49.79 μ m y L2= 28.57 μ m, ámbito en sub-angular v.p., apertura triporado y ornamentación foveolado; para *Heliocarpus americanus* L., se clasificó el tamaño del grano de polen como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma oblato-esferoidal en v.e., L1= 48.75 μ m y L2= 43.95 μ m, ámbito circular, apertura triporado y ornamentación foveolado (Figura 11-3; 12-3).



Figura 11-3. *Bastardiopsis densiflora*

(Hook. & Arn) Hassl.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

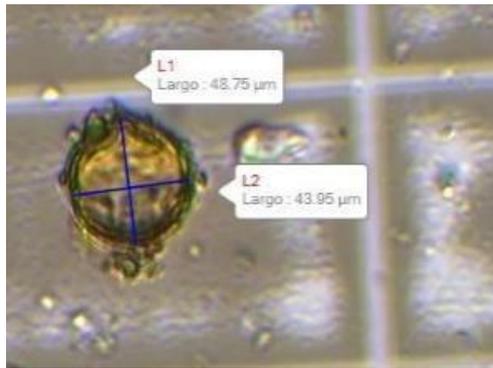


Figura 12-3. *Heliocarpus americanus* L.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

3.1.2.8. Familia Myrtaceae

Dentro de la familia Myrtaceae se describieron cuatro granos de polen pertenecientes a las especies *Eucalyptus globulus* Labill. y *Myrcia selloi* (Spreng.) N. Silveira, Para *Eucalyptus globulus* Labill. del apiario El Paraíso, el tamaño del grano de polen se clasificó como mediano, para la polaridad se determinó como isopolar, con simetría radial, forma oblato en v.e. y ámbito triangular en v.p., L1=48.95µm y L2=58.46µm, apertura tricolporado y ornamentación escabrado (Figura 13-3).

En la especie *Eucalyptus globulus* Labill. del apiario Azumiel, el tamaño del grano de polen se clasificó como mediano, para la polaridad se determinó como isopolar, con simetría radial, forma oblato en v.e. y ámbito triangular en v.p., L1=48.95µm y L2=58.46µm, apertura tricolporado y ornamentación escabrado (Figura 14-3).



Figura 13-3. *Eucalyptus globulus* Labill.
(apiario El Paraíso)

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

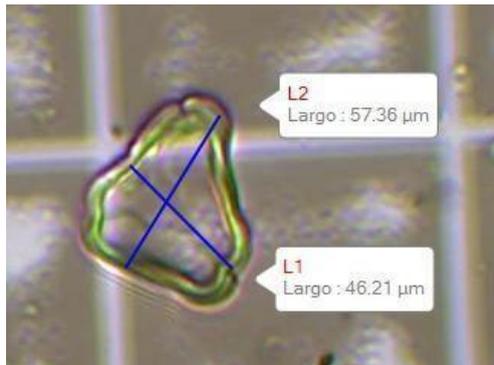


Figura 14-3. *Eucalyptus globulus* Labill.

(apiario Azumiel).

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

Para *Eucalyptus globulus* Labill. del apiario Jefferson Pérez, el tamaño del grano de polen se clasificó como mediano, para la polaridad se determinó como isopolar, con simetría radial, forma oblato en v.e. y ámbito triangular en v.p., $L1=48.95\mu\text{m}$ y $L2=58.46\mu\text{m}$, apertura tricolporado y ornamentación escabrado (Figura 15-3).

En la especie *Myrcia selloi* (Spreng.) N. Silveira se describió, el tamaño del grano de polen como mediano, para la polaridad isopolar, simetría radial, forma subprolato en v.e. y ámbito semi-angular en v.p., $L1= 59.31\mu\text{m}$ y $L2= 36.74 \mu\text{m}$, apertura triporado y ornamentación foveolado (Figura 16-3).

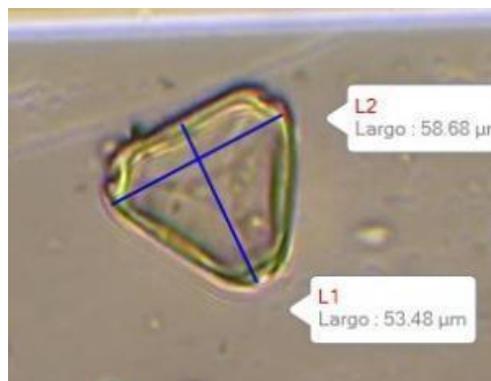


Figura 15-3. *Eucalyptus globulus* Labill.

(apiario Jefferson López)

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.



Figura 16-3. *Myrcia selloi* (Spreng.)

N. Silveira

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

3.1.2.9. Familia Poaceae

En la familia Poaceae se determinó la especie, *Streptochaeta spicata* Schrad. ex Nees se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma suboblato en v.e., L1= 37.83μm y L2= 45.99μm, ámbito circular en v.p., apertura y ornamentación foveolado (Figura 17-3).



Figura 17-3. *Streptochaeta spicata*

Schrad.ex Nees

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

3.1.2.10. Familia Rosaceae

Para la familia Rosaceae se describió a la especie *Prunus serótina* Ehrth., el grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato esferoidal en v.e., L1= 55.76μm y L2= 51.58μm, ámbito circular en v.p., apertura tricolpado y ornamentación microreticulada (Figura 18-3).

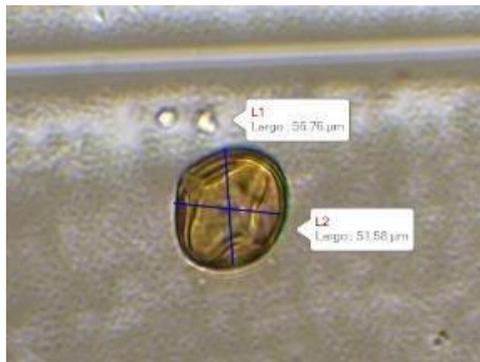


Figura 18-3. Prunus serótina Ehrth.

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

3.2. Categorización de las mieles de acuerdo con su origen botánico

3.2.1. Análisis estadístico prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks

La prueba de normalidad se determinó con Shapiro-Wilks, debido a que los datos fueron inferiores a 30 en la caracterización del perfil polínico en las tres muestras de miel (Tabla 2-3).

Tabla 2-3: Pruebas de Normalidad

Muestra n°	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
1	0,751	18	0,000
2	0,706	18	0,000
3	0,759	18	0,000

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

En la gráfica de normalidad se observa que las muestras de El Paraíso (Gráfico 2-3), Azumiel (Gráfico 3-3) y Jefferson López (Gráfico 4-3), no tiende a la normalidad, debido a que sus valores de significancia son menores al 0,05 (Tabla 2-3) en los tres apiarios razón por la cual se realizó el análisis de Kruskal Wallis.

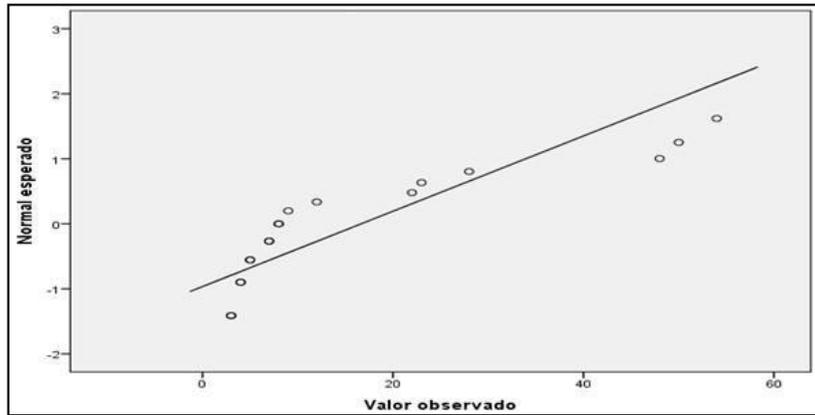


Gráfico 2-3. Prueba de normalidad para el apiario El Paraíso

Realizado por: Falcón Dennis, 2021

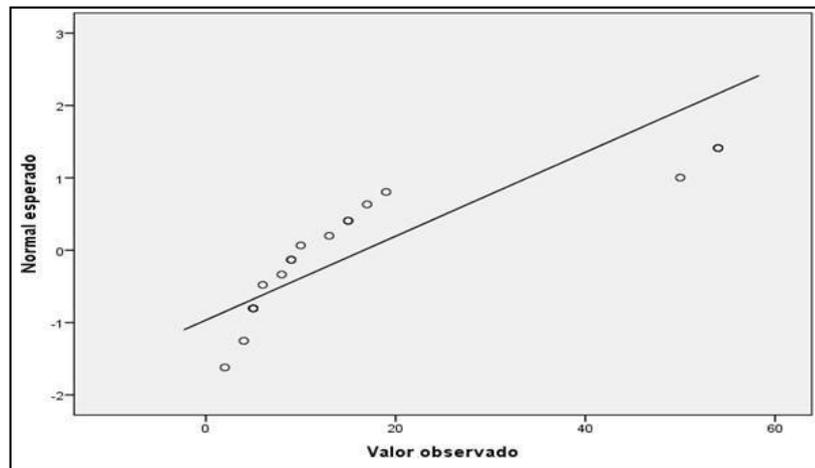


Gráfico 3-3. Prueba de normalidad para el apiario Azumiel

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

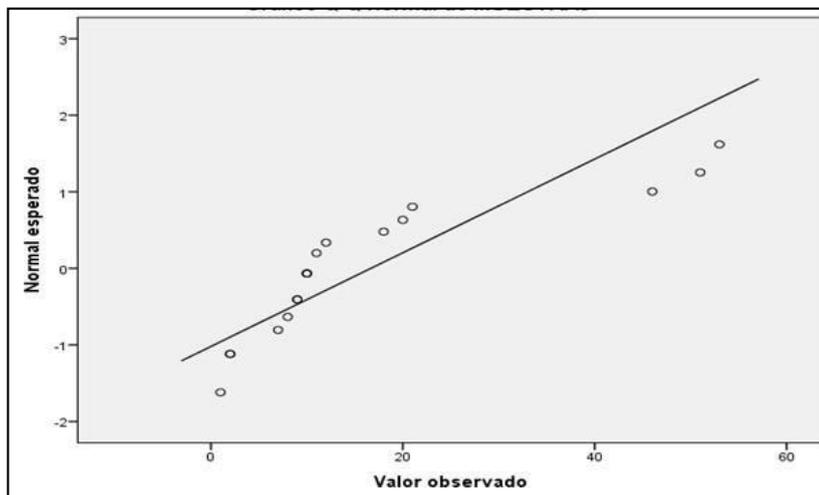


Gráfico 4-3. Prueba de normalidad para el apiario Jefferson López

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

3.2.2. Análisis Kruskal Wallis

3.2.2.1. Análisis de Kruskal-Wallis muestra 1

En la prueba de Kruskal-Wallis para el apiario El Paraíso se encontró cinco grupos, en el grupo (A) se ubicó la especie con mayor dominancia *Eucalyptus globulus* Labill., con 51% y en el grupo (C) con menor dominancia se encuentra la especie *Myrcia selloi* (Spreng.) N. Silveira, y *Prunus serótina* Ehrth., Con un 5% y 4% respectivamente, la miel de *Eucalyptus globulus* Labill. al superar el 45% de frecuencia polínica se lo categoriza como monofloral (Tabla 3-3).

Tabla 3-3: Prueba de Kruskal Wallis para la muestra 1 (apiario El Paraíso)

Familia	Especie	Frecuencia de polen (%)	Descripción	Grupo
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	51	D	A
Asteraceae	<i>Artemisia</i> sp	25	S	AB
Apiaceae	<i>Daucus</i> sp	10	M	ABC
Fabaceae	<i>Macropodium atropurpureum</i> (DC.) Urb.	6	M	BC
Myrtaceae	<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	5	M	C
Rosacea	<i>Prunus serotina</i> Ehrth.	4	T	C

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

3.2.2.2. Análisis de Kruskal-Wallis muestra 2

En la prueba de Kruskal-Wallis para el apiario Azumiel se encontró tres grupos, en el grupo (A) se ubicó a la especie con mayor dominancia *Eucalyptus globulus* Labill., con un 53% y en el grupo (C) con menor dominancia se encuentra la especie *Echium vulgare* L., con un 4%, se considera esta miel como monofloral ya que *Eucalyptus globulus* Labill., superó el 45% del porcentaje de frecuencia polínica (Tabla 4-3).

Tabla 4-3: Prueba de Kruskal Wallis en muestra 2 (apiario Azumiel)

Familia	Especie	Frecuencia de polen (%)	Descripción	Grupo
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	53	D	A
Malvaceae	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	17	S	AB
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	12	M	AB

Acanthaceae	<i>Odontonema cuspidatum</i> (Nees) Kuntze	8	M	BC
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i> L.	6	M	BC
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i> L.	4	M	C

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

3.2.2.3. Análisis de Kruskal-Wallis muestra 3

En la prueba de Kruskal Wallis para el apiario Jefferson López se encontró cinco grupos, en el grupo (A) se ubicó la especie con mayor dominancia *Baptisia australis* (L.) R. Br. con 50% y en el grupo (C) con menor dominancia se encuentra la especie *Ambrosia artemisiifolia* L. con un 2%, la miel de *Baptisia australis* (L.) R. Br. al superar el 45% de frecuencia polínica se lo categoriza como monofloral (Tabla 5-3).

Tabla 5-3: Prueba de Kruskal Wallis para la muestra 3 (apiario Jefferson López)

Familia	Especie	Frecuencia de polen (%)	Descripción	Grupo
Fabaceae	<i>Baptisia australis</i> (L.) R. Br.	50	D	A
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	20	S	AB
Poaceae	<i>Streptochaeta spicata</i> Schrad. ex Nees	10	M	ABC
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	10	M	BC
Fabaceae	<i>Senegalia sp</i>	9	M	BC
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	2	T	C

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

En el promedio de resultados del análisis estadístico para las muestras de miel procedentes del apiario Azumiel y El Paraíso se determinó a *Eucalyptus globulus* Labill. como predominante con 51% y 53% respectivamente, la muestra del apiario Jefferson López se determinó a *Baptisia australis* (L.) R. Br. como predominante con el 50%, se puede observar que las dos muestras de *Eucalyptus globulus* Labill. tiene mayor presencia de polen en 10 g de miel, la muestra de *Baptisia australis* (L.) R. Br. posee una menor presencia de polen en 10 g (Tabla 5-3). Lo que coincide con Louveax et al. (1978) y las normas Chilena 2981 Of.2005 (CHILE-INN, 2005), quienes clasifican como mieles monoflorales, cuando en su composición predomina una especie, familia o género, con un porcentaje de polen superior al 45%.

3.3. Clasificación según riqueza polínica

Tabla 6-3: Clasificación de las muestras de mieles según su riqueza polínica

Apiario	Granos de polen/10g miel	Clase	Riqueza polínica
El Paraíso	29259	II	Miel rica en polen
Azumiel	22083	II	Miel rica en polen
Jefferson López	51917	II	Miel rica en polen

Realizado por: Falcón Dennis, 2021.

Las muestras de miel procedentes de los apiarios: El Paraíso, Azumiel y Jefferson López, al ser ricas en polen se les clasifica como clase II (Tabla 6-3).

Discusión

Las Familias que estuvieron mayor presencia fueron Fabaceae, Myrtaceae y Malvaceae, con 4, 1 y 2 especies respectivamente. Estos Resultados concuerdan con nuestra investigación ya que Guallpa et al. (2019), determinó en su estudio preliminar que las familias Fabaceae, Myrtaceae y Rosaceas son las reportadas como familias de mayor cantidad reportadas, además, concuerda con otros trabajos realizados por Méndez et al. (2016: p. 449) y Granados et al. (2020: p. 148), determinaron que las familias con mayor riqueza polínica son Asteraceae y Fabaceae, además Granados et al. (2020: p. 148) determinó que la familia Malvaceae no se quedaba atrás obteniendo 4 especies registradas en su estudio donde determinó 64 tipos polínicos pertenecientes a 28 familias obtenidas de muestras de dos localidades de Veracruz en México.

Se registró a 6 especies cuyo porcentaje de presencia de polen es inferior al 10%, estas especies, estos resultados son considerados como recursos alternativos para *Apis mellifera* (Ramírez et al, 2011). También se encontró presente en este estudio a la familia Asteraceae que registro un porcentaje inferior al 10%, no fue tan representativa, sin embargo como manifiesta Quiroz y Arreguín (2008) citado por Castellano et al. (2012: p. 30) es una familia cuyos tipos polínicos son muy similares entre las especies, lo que dificulta su diferenciación o determinación a nivel específico, a no ser que se cuente con una colección palinológica de referencia muy completa de todas las especies presentes en el área del apiario.

Con relación al polen de plantas que no aportan néctar (plantas poliníferas), su presencia en la miel puede deberse a múltiples factores, siendo el más frecuente el hecho de que cuando las abejas obreras no recolectan néctar, transportan polen puro a manera de papilla en las corbículas de sus

patas traseras y en sus cuerpos hacia la colmena. Asimismo, se puede considerar al transporte por el viento e incluso al manejo del apicultor. En este contexto, se puede mencionar el polen de *Alnus acuminata* Kunth, similar a lo reportado por Sayas y Huamán (2009).

La investigación realizada por Piedras y Quiroz (2007), como resultado obtuvieron que los géneros *Brassica* y *Eucalyptus* son las dominantes, aunque no alcanzaron un porcentaje mayor al 45% son las especies de preferencia de *Apis mellifera*. Es así como se las denominaron multiflorales, partiendo de lo manifestado por Sáenz (1978), que determino que los recursos identificados con una representación de más del 10% los consideran como la fuente más importante de polen o néctar para la abeja. Estos resultados concuerdan con nuestro estudio que se obtuvo que la especie *Eucalyptus globulus* Labill. es la especie con mayor presencia en las muestras analizadas de los tres apiarios que, aunque obtuvo porcentajes superiores al 50% en los dos casos e inferior en el tercer caso se las determinaron como multifloras.

Por otro lado, en los estudios realizados por Basualdo et al. (2006) reportaron al género *Eucalyptus* como miel monofloral teniendo más del 70% de polen presente, Louveaux et al. (1978) menciona que se puede considerar una miel monofloral cuando el polen de una sola especie denominada dominante siempre que la miel contenga pocos elementos de mielato. Lo que se debe a que en el Ecuador en casi la mayor parte del callejón interandino se encuentran presentes especies introducidas como *Eucalyptus globulus* Labill., que cuando florece produce una gran cantidad de miel haciendo apetecible para las abejas, lo que determina que la miel en esta zona proviene de especies introducidas como lo manifiesta De la Torre et al. (2008).

CONCLUSIÓN

- En la presente investigación se caracterizó el aporte polínico de tres mieles, donde se identificó a 16 especies botánicas, distribuidas en 10 familias de las cuales 3 se identificó solo el género y 13 la especie, que se encontraban presentes en las muestras de miel.
- El método empleado de acetólisis facilitó la visualización de la estructura y morfología de los granos de polen.
- Dentro del perfil polínico la familia Fabaceae y Myrtaceae se reportó con mayor número de especies botánicas identificadas seguida de las familias Asteraceae, Malvaceae y Poaceae, por orden del número de especies identificadas, por lo tanto, se determinó una predilección del pecoreo de estas familias por parte *Apis mellifera*.
- Las especies *Eucalyptus globulus* Labill., *Baptisia australis* (L.) R. Br., *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hassl. y *Artemisia sp.*, fueron las más importantes en las tres muestras de miel por presentar porcentajes mayores al 10% ya que para *Apis mellifera* se consideran las especies más importantes como fuente de polen y néctar.
- En el origen botánico de la miel se determinó que la especie dominante en los apiarios El Paraíso, y Azumiel fue *Eucalyptus globulus* Labill. que alcanza más del 45%, la especie predominante en el apiario Jefferson López fue *Baptisia australis* (L.) R. Br. que también obtuvo un porcentaje mayor al 45% determinándoles a las tres especies como monofloral.
- Se pretende que esta investigación palinológica despierte el interés de los apicultores para que visualicen la necesidad de este tipo de estudios y se implementen en otras regiones apícolas, a fin de lograr la caracterización de la miel en todo el estado y poder incrementar su valor agregado en el mercado nacional e internacional.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se puede realizar un estudio de las especies que se encuentren en los alrededores de los apiarios y realizar una caracterización de estos, para ser comparados con los presentes en la miel.
- Las mieles obtenidas por prensado de los panales, el sedimento polínico es abundante. Para este estudio, debido a que se evita añadir las celdillas con polen durante la extracción, los sedimentos polínicos se corresponderían con los sedimentos de mieles cuyo método de extracción es diferente, por ejemplo, la extracción por centrifugado.
- Se debe crear una palinoteca de diferentes especies de las que se alimenten las abejas para facilitar futuros trabajos en esta área de investigación.
- Se recomienda realizar estos estudios a lo largo del año de producción de miel para determinar el efecto que tiene la fenología de las plantas en la producción de miel.
- Establecer los apiarios en zonas que tengan especies *Eucalyptus globulus* Labill. para obtener una miel de mejor calidad.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRADA, C. "Flora utilizada por *Apis mellifera* L. en el sur del cardenal (Provincia fitogeográfica del Espinal)", *Argentina. Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n.s.*, vol. 5, n° 2 (2003), (Argentina) pp. 329-336.

BASUALDO, M.; et al. "Caracterización Botánica y Geográfica de mieles de la Cuenca del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina". *RIA*, vol. 35, n° 1 (2006), (Argentina) pp. 5-14.

BAÑO, F. *Mieles y pólenes. Palinoteca de la región de Murcia*. Murcia-España: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, 2000 pp. 13-123.

BENTLEY, B. "Plants bearing extrafloral nectaries and the associated ant community: interhabitat differences in the reduction of herbivore damage". *Ecology*, vol. 57 (1976), pp. 815-820.

BHATTACHARYA, K.; et al. *A textbook of Palynology*. London, England 2006.

BOGDANOV, S., Calidad de la miel de abejas y estándares de control revisión realizada por la comisión internacional de la miel [En línea]. Berna-Suiza, 2014. p.3. [Consulta: 2 de enero 2021] Disponible en: <https://www.scribd.com/document/243553777/CALIDAD-DE-LA-MIEL-DE-ABEJAS-Y-ESTANDARES-DE-CONTROL-rtf>

BRICEÑO, C. Identificación de flora molífera con potencial ornamental y medicinal en Yucatán (Trabajo de titulación). (Maestría) Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Guadalajara, México. 2018 pp. 1-709.

CASTELLANO, P.; et al. Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera*, (Hymenoptera: apidae). *Acta zoológica mexicana*, vol. 1, n° 28 (2012), (México) pp. 12-36.

CIAPPINI, M.; et al. Miele de la provincia de Santa Fe (Argentina) determinación palinológica, sensorial y fisicoquímica, según provincias fitogeográficas. Primera parte Invenio, vol. 12, n° 22 (2009), (Argentina) pp. 109-120.

CHAMORRO, F.; et al. "El polen apícola como producto forestal no renovable en la Cordillera Oriental de Colombia". *Colombia Forestal*, vol. 46 (2013), (Colombia) pp. 53-66.

CHILE INN, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena. Miel de Abejas-Denominación de origen botánico mediante ensayo melisopalinológico. NCh 2981 Of.2005. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile. 2005. [Consulta: 20 septiembre 2020].

CORNEJO, L. *Apicultura práctica en América Latina*. Roma, Italia. 1993 p. 158

DE LA TORRE, L.; et al. *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador*. 1ªed. Quito-Ecuador: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus, 2008. ISBN: 978-9978-77-135-8, pp. 1-322.

DELPINO, F. "Ulteriori osservazione e considerazione sulla dicogamia nel regno vegetale. Atti Della Societa Italiana di scienze Naturali e dei Museo Civico di Storia". *Naturale di mila*, nº 11 (1868), (Italia) pp. 265-407.

DÍAZ, C. Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como miel de ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.) (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. Valdivia-Chile: 2003. pp. 1-91

DIÉGUEZ, A. Origen y biodiversidad del polen apícola (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad Complutense, Facultad de Farmacia. Madrid-España: 2017. pp. 2-23.

DÍEZ, M.; & FERNÁNDEZ, I. "Algunas consideraciones sobre terminología palinológica. I, polaridad y simetría". *Lagascalia*, vol. 16, nº1 (1990), (España) pp. 51-60.

DOKE, M.; et al. "Overwintering honey bees: biology and management". *Current opinión in Insect Science*, vol. 10 (2015), pp.185-193.

ELÍAS, T. Extrafloral nectaries: their structure and distribution. In: Bentley B & T. Elias. *The biology of nectaries*. 1983. (E.E.U.U) pp. 174-203.

ELVIRA, B.; et al. *Aerobiología y polinosis. En Miralles, J., Negro, J. Pólenes Alergénicos y polinosis en la región de Murcia.* Murcia-España, 2013. ISBN 13: 978-84-695-7171-9, pp. 7-17.

ERDTMAN, G. *Morphology and Taxonomy Angiospermae: An Introduction to Palynology.* Massachusetts-USA: The Botanical Company Wather, 1952.

ESCOBAR, C.; et al. *Mieles de abeja de la flora Paraguaya: Composición, tipificación y normalización.* Paraguay: Ministerio de Agricultura y Ganadería – Universidad de Asunción. 1992.

FETTOTTI, S. *La miel: propiedades, composición y análisis físico-químico* [En línea]. Buenos Aires-Argentina: Apimondia, Beekeeping technology and Bee Products Commission, 2004. [Consulta: 2 de enero 2021] Disponible en: https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf

GARCÍA, R. Estudio palinológico y colorímetro de mieles monoflorales de la región de Murcia. (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad politécnica de Cartagena. 2003 pp.34-215

GRANADOS, G.; et al. "Análisis melisopalínológico de mieles de *Apis mellífera* L. en la zona centro de Veracruz, México". *Polibotánica*, n° 50 (2020), (México) pp. 147-163.

GRANDA, R. Análisis potencial de la actividad apícola como desarrollo socioeconómico en sectores rurales. (Trabajo de titulación). (Grado). Quito-Ecuador: 2017 pp. 10-80.

GUALLPA, M.; et al. Flora apícola de la zona estepa espinosa Montano Bajo, en la Estación Experimental Tunshi, Riobamba, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, vol. 5, n° 2 (2019), (Ecuador).

HERNÁNDEZ, B. "La palinología aplicada al estudio de contexto de cronología medieval en la Península Ibérica: Estado de la Cuestión". *Revista ARkeogazte*. n°1 (2011), (España) pp. 97-124.

HERRERA, L.; URREGO, L. *Atlas de polen de plantas útiles y cultivadas de la amazonia colombiana.* Tomo XI. Colombia: Fundacion Erigaie, Tropenbos, 1996. pp. 5-462

HESSE, M.; et al. *Pollen terminology: an illustrated handbook.* Berlín-Alemania: Springer Verlag, 2009 p.261.

- HOLDRIDGE, L.** "Life zone ecology". *Tropical Science Center*, (1967), (Costa Rica) pp. 206.
- HUANG, T.** "Pollen Flora of Taiwan". *National Taiwan University, Dep. Press, Taipei, Taiwan*, (1972), (Taiwan) pp. 297.
- INSUASTY, E.; et al.** "Identificación de flora y análisis nutricional de miel de abeja para la producción apícola". *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 1, n° 14 (2016), pp. 37-44.
- JARAMILLO, P.; & TRIGO, M.** "Guía rápida de Polen de las islas Galápagos. n°1 (2011), (Ecuador) pp 4-21.
- LATTAR, E.; et al.** "Estudios morfo-anatómicos en nectarios florales y extraflorales de *Triumfetta rhomboidea* (Malvaceae, Grewioideae)". *Bol. Soc. Argent. Bot.*, vol 4, n° 1-2 (2009), (Argentina) pp. 33-41.
- LOUVEAUX, J.** *L'analyse pollinique des miels. Traité de biologie de l'abeille*. Tome III. Masson y Cie. Paris-France: Chauvin, 1968. pp. 325-362.
- LOUVEAUX, J; et al.** "Methods of Melissopalynology". *Bee World*, vol. 59, n° 4 (1978), pp.139-157.
- MAURIZIO, A.** "Pollenanalytische Untersuchunge an Honig and Pollenhöschen. Beih. zur Schweiz". *Bienen-Zeitung*, vol. 18, (1949) pp. 320-455.
- MÉNDEZ, M.; et al.** "Análisis polínico de mieles inmaduras en el sector oeste de las Yungas de Jujuy (Argentina)". *Bol. Soc. Argent. Bot.*, vol 51, n° 3 (2016), (Argentina) pp. 449-462.
- MENDOZA, A.** Caracterización nutracéutica y actividad antioxidante del polen de diferentes colmenas de abejas (*Apis mellifera*) de la empresa APICARE, Riobamba. (Tesis de Grado). (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador: 2014 pp. 2-89.
- MIELARLANZA.** *Composición del polen de abeja* [En línea]. 2014. [Consulta: 2 de enero 2021]. Disponible en: <https://www.mielarlanza.com/composicion-del-polen-de-abeja/>

MIÑO, A. *La apicultura como alternativa de producción.* [En línea]. El telégrafo, 2016. [Consulta: 2 de enero 2021] Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/la-apicultura-rinde-como-alternativa-de-produccion#:~:text=Miel%2C%20polen%2C%20prop%C3%B3leo%2C%20jalea,se%20hab%C3%ADan%20registrado%2038.500%20colmenas>

MOLINA, E. *Micropaleontología.* Zaragoza-España: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2002. ISBN: 84-7733-744-6, pp. 347- 363

NCh 2981 Of.2005. Miel de Abejas-Denominación de origen botánico mediante ensayo melisopalínológico. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile. 2005

ORTEGA, S. *Flora de interés apícola y polinización de cultivos.* Madrid: S.A. Mundi-Prensa, 1987 pp.149.

ORTIZ, Alberto. Contribución a la denominación de origen de la miel de La Alcarria [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctoral) Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas, Guadalajara, México. 1992. pp. 42-44. [Consulta: 2021-01-10]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/3703/1/T18193.pdf>

PDyOT LATACUNGA. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Latacunga [En línea], 2016. pp. 6-131 [Consulta: 10 de enero de 2021]. Disponible en: http://latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT_Latacunga_2016-2028.pdf

PERSANO, O.; et al. I miele regionali italiani. Caratterizzazione melissopalínologica. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. CRA. Istituto Sperimentale per Zoologia Agraria, Sezioni di apicoltura, Roma, Italia. 2007 p.139.

PIEDRAS, E.; & QUIROZ, D. "Estudio melisopalínológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México". *Polibotánica*, vol. 23 (2007), (México) pp. 57-75.

PRIOR, M. *La miel en la alimentación humana. Hoja divulgadora Núm. 7/89* [En línea]. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, secretaria general de Estructuras Agrarias, 1989, pp. 2-19. [Consulta: 2 de enero 2021] Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_07.pdf

QUIROZ, D.; & ARREGUÍN, M. "Determinación Palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Morelos, México". *Polibotanica*, vol. 26 (2008), (México) pp. 159-173.

RAMÍREZ, Elias; et al. "Botanical characterization of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen análisis". *Grana*, vol. 50, n° 1 (2011), pp.40-54.

ROBACKER, D.; & Erickson, E. "Bioassay for comparing attractiveness of plants to honeybees". *J Apic Res*, n° 23 (1984), pp. 199-203.

ROMERO, A. Caracterización de mieles de abeja (*Apis mellifera lin*) en bosques secundarios de 6 localidades de Coronel Portillo Ucayali. (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad Nacional Agraria LA Molina. Lima-Perú: 2017 pp. 3-94

ROUBIK, D. *Pollen and Spores of Barro Colorado Island* [En línea]. 2003. [Consulta: 18 diciembre 2020]. Disponible en: <http://striweb.si.edu/roubik/>.

SAAVEDRA, C.; et al. Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque-Perú). *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*, vol. 40, n° 1 (2013), (Perú) pp. 71-78.

SÁENZ, C. "Polen y esporas. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico". *H. Blume*, (1978), (Madrid).

SÁENZ, L. "Glosario de términos palinológicos". *Lazaroa*, vol. 25. (2004), pp. 93-112.

SALAMANCA, G. *El sistema de puntos críticos en la actividad apícola extracción y beneficio de la miel*. [En línea]. 1999. [Consulta: 2 de enero 2021] Disponible en: http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/sistema_puntos_criticos.htm

SÁNCHEZ, O.; et al. "Aportes para el análisis del sector apícola colombiano". [En línea], 2013. (Colombia) 2(4), pp. 469-483. [Consultado: 14 de enero del 2021]. ISSN2072-1404. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rca/v2n4/v2n4_a05.pdf

SAYA, R.; & HUAMÁN, L. Determinación de la flora Polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecología Aplicada*, vol. 8, n° 2 (2009), (Perú) pp.53-59.

STEPHENSON, A. "The role of the extrafloral nectaries of *Catalpa speciosa* in limiting herbivory and increasing fruitproduction". *Ecology*, vol. 63 (1982), pp. 663-669

ULLOA, J.; et al. "La miel de abeja y su importancia". *Revista fuente*, n° 2 (2010), (México) pp. 11-19.

VELANDIA, M.; et al. *Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar*. Bogotá-Colombia, 2012 p.84.

YUCA, R. "Espectro policlínico de la miel producida en Cuyo Grande (Valle Sagrado de los Incas, Cusco, Perú)". *Ecología Aplicada*, vol 16, n° 1 (2017), (Perú) pp. 31-38.



Firmado electrónicamente por:

**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ**

ANEXOS

ANEXO A: LABORES REALIZADAS EN FASE DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FASE DE CAMPO	
<p>Apiarios del estudio</p> 	<p>Ahumado de colmenas</p> 
<p>colmenas abiertas</p> 	<p>Extracción del panal para muestras de miel</p> 
<p>Centrifugado y Chorreado de la miel</p> 	<p>Toma de muestras de miel</p> 

Muestras de mien etiquetadas y envasadas



ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN FASE DE LABORATORIO

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FASE DE LABORATORIO



Centrifugación de muestras de miel



Preparación de Reactivos



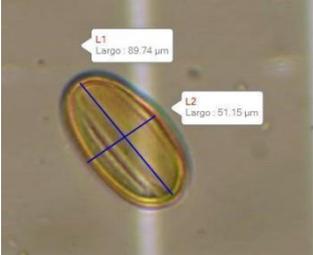
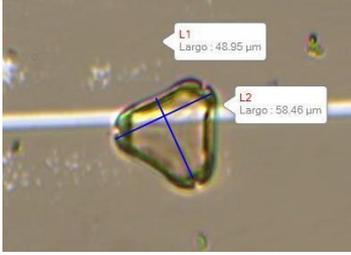
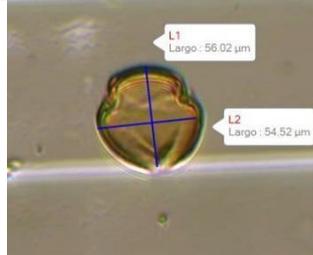
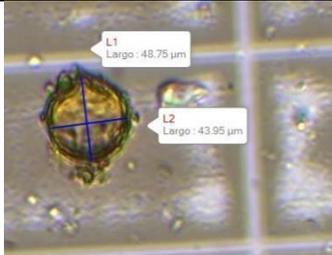
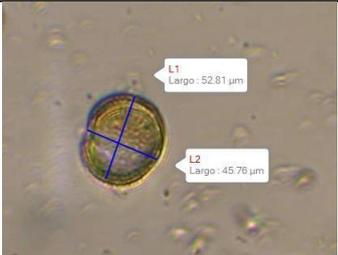
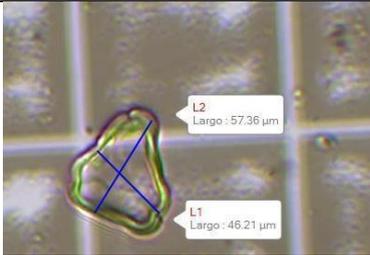
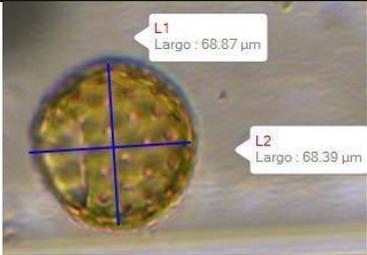
Identificación de granos de polen



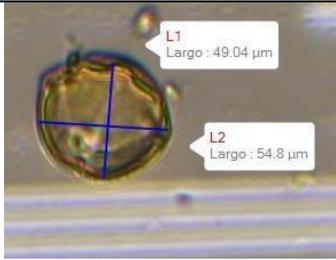
Medición de largo y ancho de los granos de polen con el software Motic Imagen Plus 2.0



ANEXO C: RESULTADOS DE ANÁLISIS POLÍNICO DE TRES MUESTRAS DE
MIEL

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS FORMAS POLÍNICAS		
 <p>L1 Largo : 89.74 µm</p> <p>L2 Largo : 51.15 µm</p> <p>Familia: Apiaceae <i>Daucus sp.</i></p>	 <p>L1 Largo : 48.95 µm</p> <p>L2 Largo : 58.46 µm</p> <p>Familia: Myrtaceae <i>Eucalyptus globulus</i></p>	 <p>L1 Largo : 56.02 µm</p> <p>L2 Largo : 54.52 µm</p> <p>Familia: Fabaceae <i>Macroptilium atropurpureum</i></p>
 <p>L1 Largo : 49.79 µm</p> <p>L2 Largo : 28.57 µm</p> <p>Familia: Malvaceae <i>Bastardiopsis densiflora</i></p>	 <p>L1 Largo : 47.94 µm</p> <p>L2 Largo : 51.39 µm</p> <p>Familia: Boraginaceae <i>Echium vulgare</i></p>	 <p>L1 Largo : 48.75 µm</p> <p>L2 Largo : 43.95 µm</p> <p>Familia: Malvaceae <i>Heliocarpus americanus</i></p>
 <p>L1 Largo : 52.81 µm</p> <p>L2 Largo : 45.76 µm</p> <p>Familia: Acanthaceae <i>Odontonema sp.</i></p>	 <p>L1 Largo : 64.44 µm</p> <p>L2 Largo : 45.25 µm</p> <p>Familia: Fabaceae <i>Trifolium pretense</i></p>	 <p>L2 Largo : 57.36 µm</p> <p>L1 Largo : 46.21 µm</p> <p>Familia: Myrtaceae <i>Eucalyptus globulus</i></p>
 <p>L1 Largo : 37.83 µm</p> <p>L2 Largo : 45.99 µm</p> <p>Familia: Poaceae <i>Streptochaeta spicata</i></p>	 <p>L1 Largo : 68.87 µm</p> <p>L2 Largo : 68.39 µm</p> <p>Familia: Asteraceae <i>Ambrosia sp.</i></p>	 <p>L1 Largo : 103.86 µm</p> <p>L2 Largo : 121.67 µm</p> <p>Familia: Fabaceae <i>Senegalia sp.</i></p>

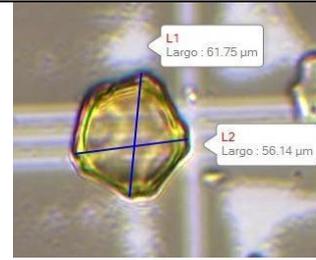




Familia: Fabaceae
Baptisia australis



Familia: Myrtaceae
Eucalyptus globulus



Familia: Betulaceae
Alnus acuminata