



*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*

*Analysis of the pollen contribution of tree and shrub species in three samples of honey from apiaries, located in the canton Latacunga province of Cotopaxi*

*Análise da contribuição polínica de espécies arbóreas e arbustivas em três amostras de mel de apiários, localizados no cantão Latacunga, província de Cotopaxi*

Víctor Alberto Lindao-Córdova <sup>I</sup>  
[vlindao@esPOCH.edu.ec](mailto:vlindao@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-3354-1925>

Dennis Alexander Falcón-Venegas <sup>II</sup>  
[dnsfv95@gmail.com](mailto:dnsfv95@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-3192-5084>

Miguel Angel Guallpa-Calva <sup>III</sup>  
[miguel.guallpa@esPOCH.edu.ec](mailto:miguel.guallpa@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5392-036X>

Arturo Miguel Cerón-Martínez <sup>IV</sup>  
[arturo.ceron@esPOCH.edu.ec](mailto:arturo.ceron@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5930-7494>

**Correspondencia:** [vlindao@esPOCH.edu.ec](mailto:vlindao@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 \* **Aceptado:** 12 de junio de 2022 \* **Publicado:** 1 de julio de 2022

- I. PhD en Ciencias Ambientales, Máster en Ciencias, Mención Agricultura Sustentable, Ingeniero Agrónomo, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniero Forestal, Investigadora Independiente, Ecuador.
- III. Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Magíster en Manejo Forestal Sostenible, Ingeniero Forestal, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Máster en Floricultura, Ingeniero Agrónomo, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.



## Resumen

El objetivo de la investigación fue 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:** Melisopalinología; plantas melíferas; monofloral; multifloral; acetólisis; perfil polínico.

## Abstract

The objective of the 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 melissopanological 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.

**Keywords:** melissopalynology; honey plants; monofloral; multifloral; acetolysis; pollen profile.

## Resumo

O objetivo da pesquisa foi a análise da contribuição polínica de espécies arbóreas e arbustivas em três amostras de mel de apiários, no cantão Latacunga, província de Cotopaxi, para as quais a análise da contribuição polínica foi obtida usando a metodologia Shapiro-Wilks . e análise não paramétrica de dados de Kruskal-Wallis foi usada. Para a coleta das amostras de mel dos três apiários, o mel foi extraído com auxílio de uma espátula e centrifugado. Cada amostra foi armazenada em frascos de vidro herméticos de 250 ml devidamente rotulados, atingindo a temperatura ambiente até a análise. Preparados microscópicos acetolisados foram feitos, os grãos de pólen obtidos foram reconhecidos por meio de um microscópio, determinando seu tamanho e forma, para posteriormente serem comparados com uma palinoteca. A análise melissopanológica mostrou que as famílias dominantes nesta pesquisa foram Myrtaceae e Fabaceae com duas e quatro espécies, respectivamente. Os méis do Cantão Latacunga apresentaram 18 tipos polínicos que foram categorizados de acordo com a classe de frequência de Loveaux et al., 1978. A amostra um

apresentou uma porcentagem de 51% da família Myrtaceae com a espécie *Eucalyptus globulus* Labill, o que indica que é um mel monofloral. A amostra dois apresentou um percentual de 53% da família Myrtaceae com a família *Eucalyptus globulus* Labill, o que nos mostrou tratar-se de um mel monofloral. A amostra três apresentou um percentual de 50% da família Fabaceae com a espécie *Baptisia australis* (L.) R. Br. O que nos mostrou tratar-se de um mel monofloral. Devido aos resultados preliminares, pretende-se que desperte o interesse dos apicultores para a continuação de estudos semelhantes a nível local e regional com o intuito de dar valor acrescentado ao produto, com a recomendação de implementação de apiários em áreas com *Eucalyptus globulus* Espécies labiais.

**Palavras-chave:** melissopalínologia; plantas de mel; monofloral; multifloral; acetólise; perfil de pólen.

## Introducción

Escobar et al., (1992) citado por Romero, (2017), 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).

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).

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).

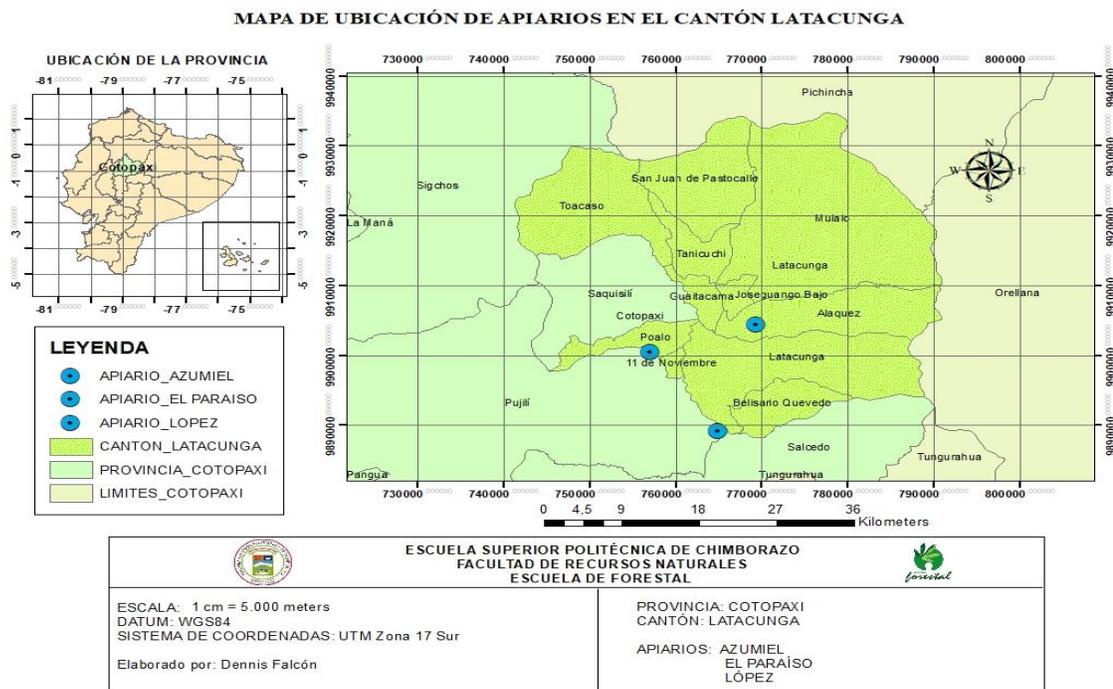
Los estudios melisopalínológicos contribuyen al conocimiento de las especies melíferas, brindando un valor agregado a la miel a través de la determinación del origen botánico y geográfico de la

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; Salamanca, 1999).

## Materiales y Métodos

La investigación se realizó en las parroquias 11 de Noviembre, Alaquez y Eloy Alfaro del Cantón Latacunga, los tres apiarios se ubicaron en los sectores: El Paraíso, Azumiel y Jefferson López respectivamente, de los cuales se realizó la extracción de las 3 muestras de mieles, en la Figura 1 se observa la localización de las áreas de estudio. La temperatura media anual en Latacunga según los datos tomados del PDyOT de Latacunga (2016) 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%. De acuerdo con la clasificación de Holdridge, (1967), la clasificación de zona de vida es estepa espinosa Montano Majo (ee-MB), la ubicación geográfica se detalla en la tabla 1

**Figura 1:** Ubicación de los apiarios en el cantón Latacunga



Fuente: Falcón, 2021

**Tabla 1:** Ubicación geográfica (UTM) de los apiarios y procedencias de las muestras.

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

Fuente: Falcón D. 2021

## **Método de análisis para muestras de miel evaluadas**

### **Fase de campo**

La recolección de las muestras 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.

### **Fase de laboratorio**

Para el análisis melisopalínológico de la miel en laboratorio se utilizó el método de acetólisis. 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 se rotuló.

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  $100^{\circ}C$  (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 llenó 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  $60^{\circ}C$ . Después se extrajo 10  $\mu$ l de sedimento polínico y se procedió a montar los preparados acetolizados.

### **Caracterización del perfil polínico**

Para determinar el tamaño se clasifico en polen pequeño (10-25  $\mu$ m), mediano (25-50  $\mu$ m) y grande (50-100  $\mu$ m) 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.

### **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 palinoteca 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.

### **Categorización de las mieles en estudio de acuerdo a su origen botánico**

Para poder determinar la categorización de mieles se tomó en cuenta varios factores como la frecuencia de clases mostrada en la tabla 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:** Clases de Frecuencia para la identificación de miel

<b>Clases de frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
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

### **Análisis estadístico**

Para determinar la normalidad de los datos de frecuencia de polen de las tres muestras de miel, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, se realizó el Análisis de Varianza para los datos que presentaron normalidad y el test de Kruskal Wallis para aquellos datos de las muestras de miel que no presentaron una distribución normal, se realizó con el uso del programa estadístico SPSS Statistics 24.

### **Resultados y discusión**

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).

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

<b>Muestra n°</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>			
	<b>Estadístico</b>	<b>Sig</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Sig.</b>
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

**Fuente:** Falcón D. 2021.

## Identificación del perfil polínico las especies arbóreas y arbustivas en las tres muestras de miel

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 4.

**Tabla 4:** 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

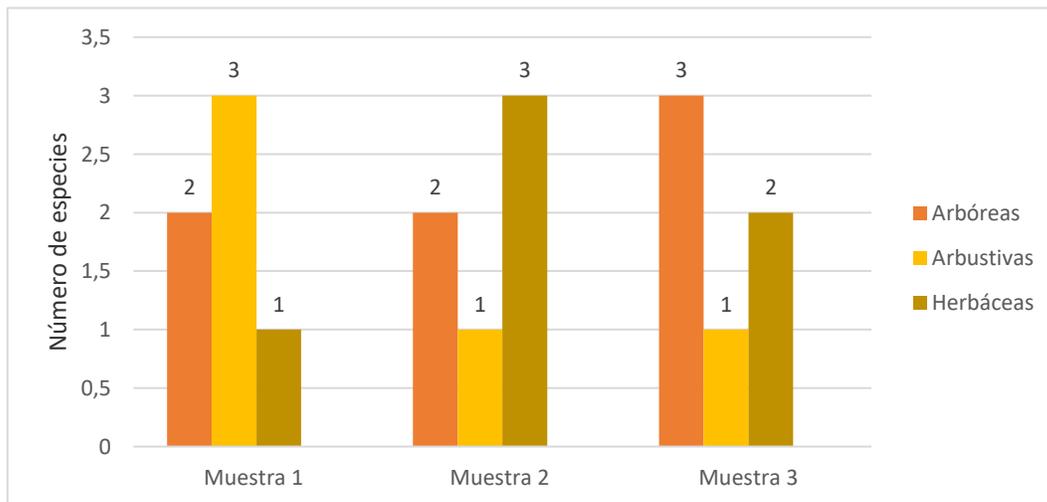
**Fuente:** Falcón D. 2021

**Total de especies arbóreas** 7

**Total de especies arbustivas** 5

**Total de especies herbáceas** 6

**Gráfico 1:** Número de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas encontrados en los tres apiarios en estudio



### 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.

### 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.,  $L1= 52.81\mu\text{m}$  y  $L2= 45.76\mu\text{m}$ , ámbito circular en v.p., apertura y ornamentación psilado (Imagen 1).

**Imagen 1:** *Odontonema cuspidatum* (Nees) Kuntze.



**Fuente:** Falcón D. 2021

### 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 (Imagen 2).

**Imagen 2:** *Daucus sp.*

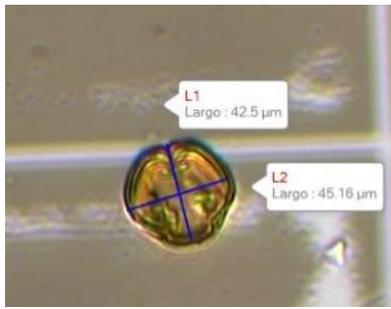


**Fuente:** Falcón D. 2021

## 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 $\mu$ m y L2= 45.16 $\mu$ 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 $\mu$ m y L2=68.39 $\mu$ m, apertura periporado y ornamentación foveolado (Imágenes 3; 4).

**Imagen 3:** *Artemisia sp.*



Fuente: Falcón Dennis, 2021

**Imagen 4:** *Ambrosia artemisiifolia* L.

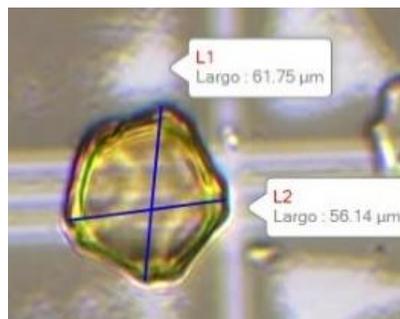


Fuente: Falcón D. 2021

## 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 $\mu$ m y L2= 56.14 $\mu$ m y ornamentación psilado (Imagen 5).

**Imagen 5:** *Alnus acuminata* Kunth.

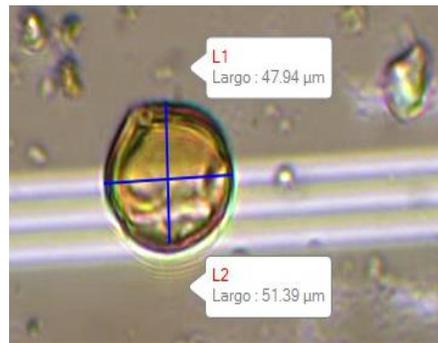


Fuente: Falcón D. 2021

## Familia Boraginaceae

En la familia Boraginaceae se describió la especie *Echium vulgare* L., clasificándole como grano de polen como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma esferoidal en v.e.,  $L1=47.94\mu\text{m}$  y  $L2=51.39\mu\text{m}$ , ámbito circular en v.p., apertura triporado y ornamentación psilado (Imagen 6).

**Imagen 6:** *Echium vulgare* L.

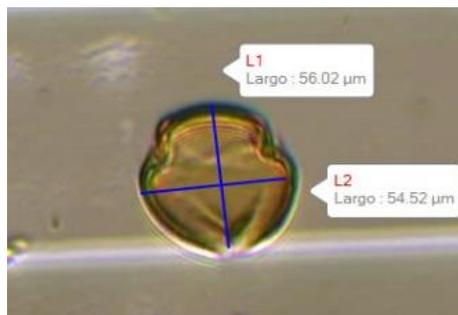


**Fuente:** Falcón Dennis, 2021

### 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.,  $L1=56.02\mu\text{m}$  y  $L2=54.52\mu\text{m}$ , apertura tricolporado y ornamentación estriada (Imagen 7); 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 (Imagen 8).

**Imagen 7:** *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb.



**Fuente:** Falcón Dennis. 2021

**Imagen 8:** *Trifolium pratense* L

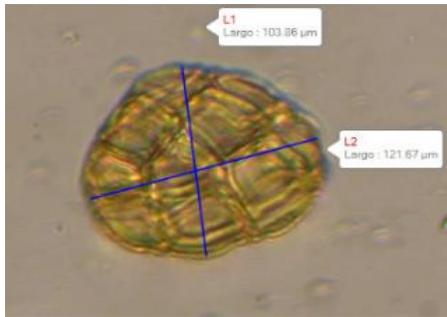


**Fuente:** Falcón Dennis. 2021

Para *Senegalia sp.*, el grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma suboblato en v.e.,  $L1=103.86\mu\text{m}$  y  $L2=121.67\mu\text{m}$ , ámbito circular en v.p., apertura triporado

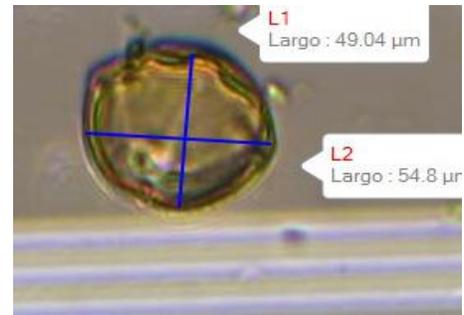
y ornamentación foveolado (Imagen 9); el grano de polen para *Baptisia australis* (L.) R. Br., se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato en v.e., L1= 49.04 $\mu$ m y L2=54.8 $\mu$ m, ámbito circular en v.p., apertura triporado y ornamentación microrreticulada (Imagen 10).

**Imagen 9:** *Senegalia* sp



Fuente: Falcón D. 2021

**Imagen 10:** *Baptisia australis* (L.) R. Br.



Fuente: Falcón D. 2021

## Familia Malvaceae

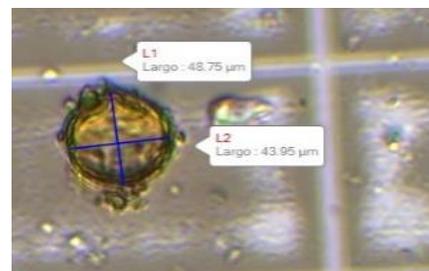
En la familia Malvaceae se describió dos especies, el tamaño del polen para *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn) Hassl., se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma peroblato en v.e., L1= 49.79  $\mu$ m y L2= 28.57  $\mu$ m, ámbito en sub-angular v.p., apertura triporado 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 $\mu$ m y L2= 43.95 $\mu$ m, ámbito circular, apertura triporado y ornamentación foveolado (Imagen 11; 12).

**Imagen 11:** *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn)



Fuente: Falcón D. 2021

**Imagen 12:** *Heliocarpus americanus* L.



Fuente: Falcón D 2021

## 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.

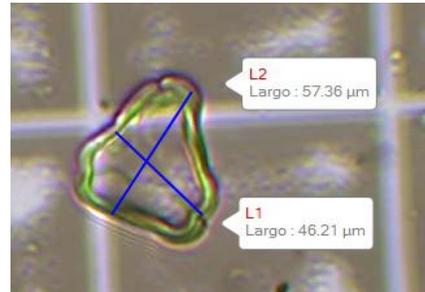
del apiario El Paraíso, el tamaño del grano de polen se clasificó como mediano, para la polaridad se determinó como isopolar, con simetría radial, forma oblato en v.e. y ámbito triangular en v.p.,  $L1=48.95\mu\text{m}$  y  $L2=58.46\mu\text{m}$ , apertura tricolporado y ornamentación escabrado (Imagen 13).

**Imagen 13:** *Eucalyptus globulus* Labill.



Fuente: Falcón D. 2021

**Imagen 14:** *Eucalyptus globulus* Labill.



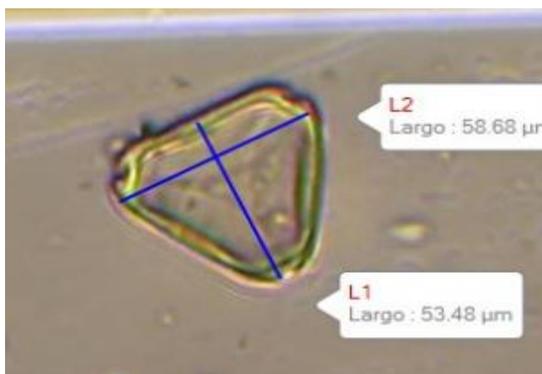
Fuente: Falcón D. 2021

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 oblata 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 (Imagen 14).

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 oblata 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 (Imagen 15).

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 (Imagen 16).

**Imagen 15:** *Eucalyptus globulus* Labill.



**Imagen 16:** *Myrcia selloi* (Spreng.)



7.

Fuente: Falcón D. 2021

Fuente: Falcón D. 2021

### 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.,  $L1= 37.83\mu\text{m}$  y  $L2= 45.99\mu\text{m}$ , ámbito circular en v.p., apertura y ornamentación foveolado (Imagen 17).

Imagen 17: *Streptochaeta spicata* Schrad.

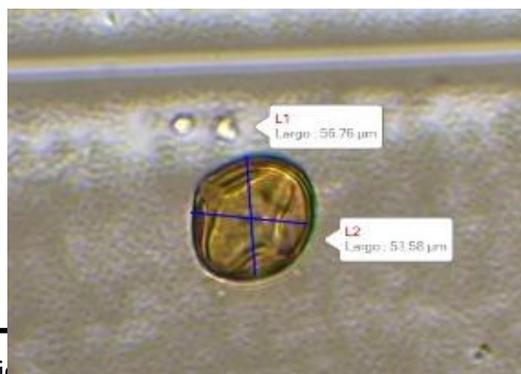


Fuente: Falcón D. 2021

### 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.,  $L1= 55.76\mu\text{m}$  y  $L2= 51.58\mu\text{m}$ , ámbito circular en v.p., apertura tricolpado y ornamentación microreticulada (Imagen 18).

Imagen 18: *Prunus serótina* Ehrth.



Fuente: Falcón Dennis, 2021

### Categorización de las mieles de acuerdo con su origen botánico mediante el 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 5).

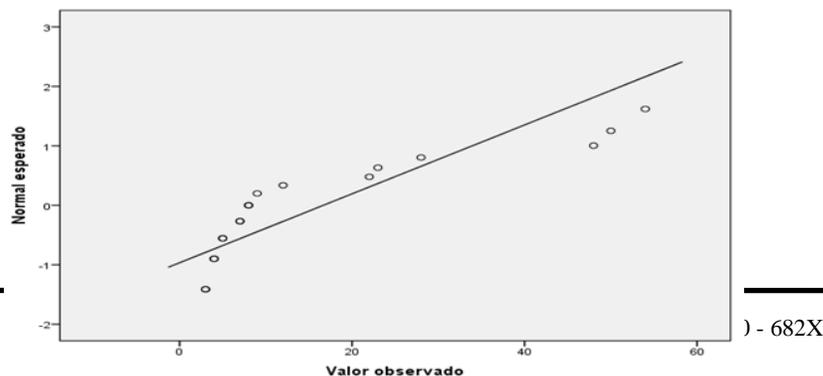
Tabla 5: Pruebas de Normalidad

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

Fuente: Falcón D. 2021.

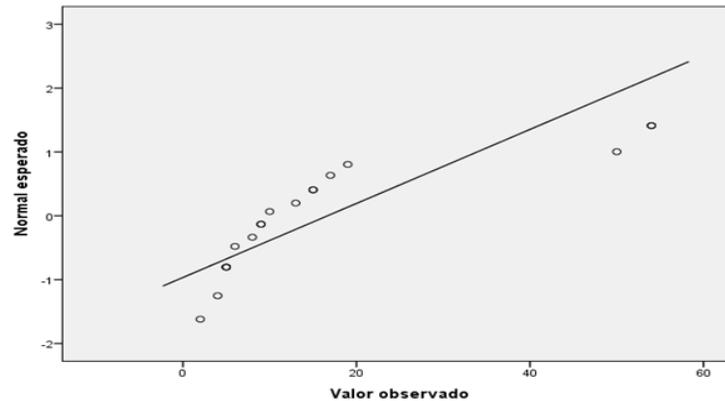
En la gráfica de normalidad se observa que las muestras de El Paraíso (Gráfico 2), Azumiel (Gráfico 3) y Jefferson López (Gráfico 4), no tiende a la normalidad, debido a que sus valores de significancia son menores al 0,05 (Tabla 5) en los tres apiarios razón por la cual se realizó el análisis de Kruskal Wallis.

Gráfico 2. Prueba de normalidad para el apiario El Paraíso



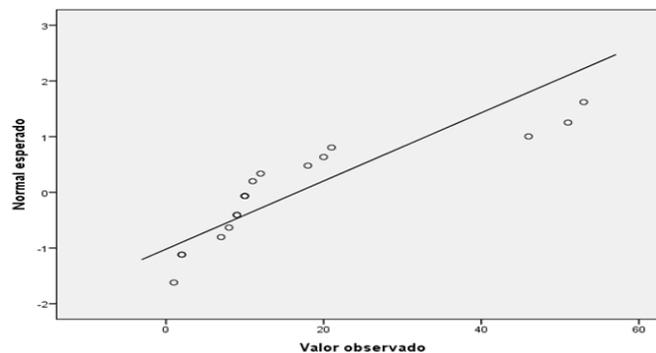
Fuente: Falcón D. 2021

Gráfico 3. Prueba de normalidad para el apiario Azumiel



Fuente: Falcón D. 2021.

Gráfico 4. Prueba de normalidad para el apiario Jefferson López



Fuente: Falcón D. 2021.

### Análisis de Kruskal-Wallis para la 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 6).

**Tabla 6:** 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>Macropitium 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

Fuente: Falcón D. 2021.

### 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 7).

**Tabla 7:** 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

Fuente: Falcón D. 2021.

### 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 8).

**Tabla 8:** 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

Fuente: Falcón D. 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 6). 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%.

### Clasificación según riqueza polínica

**Tabla 9:** 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

Fuente: Falcón D. 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 9).

### Discusión

Las Familias que tuvieron 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) y Granados et al. (2020), determinaron que las familias con mayor riqueza polínica son Asteraceae y Fabaceae, además Granados et al. (2020) 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) 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 mellífera*. Es así como se las denominaron multiflorales, partiendo de lo manifestado por Sáenz (1978), que determinó 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).

## Conclusiones

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.

## Referencias

1. Basualdo, M.; et al. 2006 "Caracterización Botánica y Geográfica de mieles de la Cuenca del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina". RIA, vol. 35, n° 1, (Argentina) pp. 5-14.
2. Castellano, P.; et al. 2012. Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera*, (Hymenoptera: apidae). Acta zoológica mexicana, vol. 1, n° 28, (México) pp. 12-36.

3. Ciappini, M.; et al. 2009. Miele de la provincia de Santa Fe (Argentina) determinación palino lógica, sensorial y fisicoquímica, según provincias fitogeográficas. Primera parte Invenio, vol. 12, n° 22, (Argentina) pp. 109-120.
4. Chamorro, F.; et al. 2013. "El polen apícola como producto forestal no renovable en la Cordillera Oriental de Colombia". Colombia Forestal, vol. 46, (Colombia) pp. 53-66.
5. 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].
6. De La Torre, L.; et al. 2008. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. 1a ed. 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, ISBN: 978-9978-77-135-8, pp. 1-322.
7. Escobar, C.; et al. 1992. Mieles de abeja de la flora Paraguaya: Composición, tipificación y normalización. Paraguay: Ministerio de Agricultura y Ganadería – Universidad de Asunción.
8. Granados, G.; et al. 2020. "Análisis melisopalinológico de mieles de *Apis mellífera* L. en la zona centro de Veracruz, México". Polibotánica, n° 50, (México) pp. 147-163.
9. Granda, R. 2017. Análisis potencial de la actividad apícola como desarrollo socioeconómico en sectores rurales. (Trabajo de titulación). (Grado). Quito-Ecuador: pp. 10-80.
10. Gaullpa, M.; et al. 2019. Flora apícola de la zona estepa espinosa Montano Bajo, en la Estación Experimental Tunshi, Riobamba, Ecuador. Dominio de las Ciencias, vol. 5, n° 2, (Ecuador).
11. Holdridge, L. 1967. "Life zone ecology". Tropical Science Center, (Costa Rica) pp. 206.
12. Louveaux, J. 1968. L'analyse pollinique des miels. Traité de biologie de l'abeille. Tome III. Masson y Cie. Paris-France: Chauvin. pp. 325-362.

13. Louveaux, J; et al. 1978. "Methods of Melissopalynology". Bee World, vol. 59, n° 4, pp.139-157.
14. Méndez, M.; et al. 2016. "Análisis polínico de mieles inmaduras en el sector oeste de las Yungas de Jujuy (Argentina) ". Bol. Soc. Argent. Bot., vol 51, n° 3, (Argentina) pp. 449-462.
15. Miño, A. 2016. La apicultura como alternativa de producción. [En línea]. El telégrafo. [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.>
16. PDyOT LATACUNGA. 2016. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Latacunga [En línea], pp. 6-131 [Consulta: 10 de enero de 2021]. Disponible en: [Error! Referencia de hipervínculo no válida.
17. Piedras, E.; & Quiroz, D. "Estudio melisopalinológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México". Polibotánica, vol. 23 (2007), (México) pp. 57-75.
18. 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](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_07.pdf).
19. Quiroz, D.; & Arreguín, M. 2008 "Determinación Palinológica de los recursos florales utilizados por Apis mellífera (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Morelos, México". Polibotanica, vol. 26, (México) pp. 159-173.
20. Ramírez, E; et al. 2011 "Botanical characterization of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen análisis". Grana, vol. 50, n° 1. pp.40-54.
21. Romero, A. 2017. 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: pp. 3-94

22. Roubik, D. Pollen and Spores of Barro Colorado Island [En línea]. 2003. [Consulta: 18 diciembre 2020]. Disponible en: <http://striweb.si.edu/roubik/>.
23. Sáez, C. 1978. "Polen y esporas. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico". H. Blume, (Madrid).
24. 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](http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/sistema_puntos_criticos.htm)
25. Saya, R.; & Humán, L. 2009. Determinación de la flora Polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecología Aplicada*, vol. 8, n° 2, (Perú) pp. 53-59.