



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

**CARACTERIZACIÓN DEL APORTE POLÍNICO DE ESPECIES  
ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS EN TRES MUESTRAS DE MIEL  
PROCEDENTES DE APIARIOS, UBICADOS EN EL CANTÓN  
AMBATO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:**

**BRIAN ALMILCAR LAPO ORELLANA**

Riobamba – Ecuador

2021



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

**CARACTERIZACIÓN DEL APORTE POLÍNICO DE ESPECIES  
ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS EN TRES MUESTRAS DE MIEL  
PROCEDENTES DE APIARIOS, UBICADOS EN EL CANTÓN  
AMBATO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR: BRIAN ALMILCAR LAPO ORELLANA**

**DIRECTOR: Ing. MIGUEL ÁNGEL GUALLEPA CALVA MSc.**

Riobamba – Ecuador

2021

**©2021, Brian Almilcar Lapo Orellana**

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, Brian Almilcar Lapo Orellana, 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 titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 01 de septiembre de 2021

**Brian Almilcar Lapo Orellana**

**180440665-8**

**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, **CARACTERIZACIÓN DEL APOORTE POLÍNICO DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS EN TRES MUESTRAS DE MIEL PROCEDENTES DE APIARIOS, UBICADOS EN EL CANTÓN AMBATO**, realizado por el señor: **BRIAN ALMILCAR LAPO ORELLANA**, 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 MSc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**CARLOS  
FRANCISCO  
CARPIO COBA**

01-09-2021

Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva MSc.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

MIGUEL  
ANGEL  
GUALLPA  
CALVA

Firmado  
digitalmente por  
MIGUEL ANGEL  
GUALLPA CALVA  
Fecha: 2021.10.29  
16:04:53 -05'00'

01-09-2021

Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova PhD.  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**VICTOR ALBERTO  
LINDAO CORDOVA**

01-09-2021

## **DEDICATORIA**

A Dios que ha forjado mi camino y guía espiritual. Con amor a mi amado padre Milcar Lapo que, desde el cielo, tengo la certeza que me has estado bendiciendo. A mi querida madre Mayra Orellana, quien ha sido el pilar fundamental en todas mis etapas como estudiante, guiándome con sus consejos y apoyo incondicional, gracias por confiar en mí y ser la persona más importante en mi vida. A mi hermana Gabriela Lapo, quien ha sido mi mano derecha le agradezco por estar conmigo en los momentos alegres y tristes, eres mi ejemplo a seguir, tus enseñanzas me han forjado como una persona de bien. A mi sobrina Alessia Atiaga, quien es mi alegría y felicidad. A mi amigo Cristhian Enríquez con el que he compartido enseñanzas de vida y ha logrado ser como un hermano para mí con su apoyo incondicional.

**Brian**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre por haberme dado la vida e inculcar buenos valores en mi persona. Por siempre velar por mi durante el transcurso de mi carrera universitaria, con tu apoyo y sacrificio nunca me ha faltado nada. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al director de la empresa COPROSURENE, el Ingeniero Armando Espinoza, quien impulso el tema de investigación. A los Ingenieros Miguel Guallpa como director de tesis y Víctor Lindao como miembro del trabajo de titulación, por su apoyo al igual que la paciencia y sugerencias para la realización de mi trabajo de titulación.

**Brian**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Miel .....</b>	<b>5</b>
<i>1.1.1. Origen.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2. Néctar y Nectarios.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.3. Factores inherentes a la producción de miel.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.4. Otras fuentes .....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5. Atracción.....</i>	<i>6</i>
<b>1.2. Elaboración de la Miel por la abeja .....</b>	<b>6</b>
<i>1.2.1. Recolección .....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2. Aireación.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.3. Almacenamiento y ventilación: Maduración.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.4. Operculado.....</i>	<i>7</i>
<b>1.3. Obtención de la Miel.....</b>	<b>7</b>
<i>1.3.1. Deshumidificación y desoperculado .....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.2. Centrifugación y filtrado .....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.3. Decantación de Limpieza.....</i>	<i>8</i>
<b>1.4. Morfología del polen en plantas arbóreas .....</b>	<b>8</b>
<i>1.4.1. La flora melífera.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4.2. Polen.....</i>	<i>9</i>
<i>1.4.3. Esporodermis .....</i>	<i>9</i>
<i>1.4.3.1. Exina.....</i>	<i>9</i>



1.4.3.2.	<i>Intina</i> .....	9
1.4.4.	<i>El polen como indicador de calidad</i> .....	9
1.4.5.	<i>Origen del polen en la miel</i> .....	10
1.5.	<b>Morfología y descripción</b> .....	10
1.5.1.	<i>Polaridad</i> .....	10
1.5.2.	<i>Simetría</i> .....	11
1.5.3.	<i>Forma</i> .....	12
1.5.4.	<i>Ámbito</i> .....	12
1.5.5.	<i>Tamaño</i> .....	14
1.5.6.	<i>Aperturas</i> .....	14
1.5.6.1.	<i>Poro</i> .....	14
1.5.6.2.	<i>Colpo</i> .....	15
1.5.7.	<i>Ornamentación</i> .....	16
1.6.	<b>Melisopalinología</b> .....	16
1.6.1.	<i>Aplicaciones</i> .....	16
1.6.2.	<i>Métodos de Melisopalinología</i> .....	17
1.6.3.	<i>El análisis</i> .....	17
1.7.	<b>Clasificación de las muestras de miel</b> .....	17
1.7.1.	<i>Según su origen: La miel se clasifica en dos tipos:</i> .....	17
1.7.1.1.	<i>Tipo I. Miel de flores</i> .....	17
1.7.1.2.	<i>Tipo II. Miel de mielada</i> .....	18
1.7.2.	<i>Según el método de extracción utilizado: La miel se clasifica en tres clases:</i> .....	18
1.7.2.1.	<i>Clase A o miel centrifugada</i> .....	18
1.7.2.2.	<i>Clase B o miel de presión</i> .....	18
1.7.2.3.	<i>Clase C o miel sobrecalentada</i> .....	18
1.7.3.	<i>Según el origen botánico: La miel se clásica en tres clases:</i> .....	18
1.7.3.1.	<i>Miel Monofloral</i> .....	18
1.7.3.2.	<i>Miel Bifloral</i> .....	19
1.7.3.3.	<i>Miel Polifloral</i> .....	19

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	20
2.1.	<b>Caracterización del lugar</b> .....	20

<b>2.1.1. Localización</b> .....	20
2.1.1.1. <i>Ubicación geográfica</i> .....	20
2.1.1.2. <i>Características climáticas</i> .....	20
2.1.1.3. <i>Zona de vida</i> .....	21
<b>2.1.2. Materiales y equipos</b> .....	21
2.1.2.1. <i>Materiales de campo</i> .....	21
2.1.2.2. <i>Materiales de laboratorio</i> .....	21
2.1.2.3. <i>Materiales y equipos de oficina e informáticos</i> .....	21
<b>2.2. Metodología</b> .....	22
<b>2.2.1. Para el logro del primer objetivo; Identificar las especies arbóreas y arbustivas que componen el perfil polínico de las tres muestras de miel</b> .....	22
<b>2.2.2. Fase de campo</b> .....	22
2.2.2.1. <i>Recolección de muestras de miel</i> .....	22
<b>2.2.3. Fase de laboratorio</b> .....	22
2.2.3.1. <i>Método de acetólisis para muestras de miel</i> .....	22
<b>2.2.4. Análisis cualitativo</b> .....	24
2.2.4.1. <i>Identificación de granos de polen</i> .....	24
2.2.4.2. <i>Descripción del perfil polínico</i> .....	24
<b>2.2.5. Para el logro del segundo objetivo; Categorizar las mieles en estudio, de acuerdo a su origen botánico</b> .....	25
<b>2.2.6. Análisis cuantitativo</b> .....	25
2.2.6.1. <i>Conteo de granos de polen</i> .....	25
2.2.6.2. <i>Caracterización botánica en mieles</i> .....	25
<b>2.2.7. Análisis estadístico</b> .....	26
2.2.7.1. <i>Especificaciones del campo experimental</i> .....	26
2.2.7.2. <i>Esquema de análisis de varianza</i> .....	26
2.2.7.3. <i>Análisis funcional</i> .....	26

### **CAPÍTULO III**

<b>3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	27
<b>3.1. Para el cumplimiento del primer objetivo; Identificar las especies arbóreas y arbustivas que componen el perfil polínico de las tres muestras de miel</b> .....	27
<b>3.1.1. Descripción del perfil polínico</b> .....	29

3.1.1.1. Familia Apiaceae.....	29
3.1.1.2. Familia Asteraceae.....	29
3.1.1.3. Familia Betulaceae.....	31
3.1.1.4. Familia Boraginaceae.....	31
3.1.1.5. Familia Brassicaceae.....	32
3.1.1.6. Familia Bromeliaceae.....	33
3.1.1.7. Familia Convolvulaceae.....	33
3.1.1.8. Familia Euphorbiaceae.....	34
3.1.1.9. Familia Fabaceae.....	34
3.1.1.10. Familia Malvaceae.....	36
3.1.1.11. Familia Myrtaceae.....	36
3.1.1.12. Familia Lauraceae.....	37
3.1.1.13. Familia Oleaceae.....	37
3.1.1.14. Familia Passifloraceae.....	38
3.1.1.15. Familia Poaceae.....	38
3.1.1.16. Familia Rosaceae.....	39
3.1.1.17. Familia Salicaceae.....	40
3.1.1.18. Familia Typhaceae.....	40
<b>3.2. Para el cumplimiento del segundo objetivo; Categorizar las mieles en estudio, de acuerdo a su origen botánico.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2.1. Aplicación de pruebas de normalidad a los datos de las tres muestras de miel.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3. Discusión.....</b>	<b>44</b>

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Clasificación de los granos de polen según su forma.....	12
<b>Tabla 2-1:</b>	Clasificación de los granos de polen según su tamaño.....	14
<b>Tabla 3-1:</b>	Tipos de polen más comunes según el número, posición y carácter de las aperturas.....	15
<b>Tabla 1-2:</b>	Coordenadas de apiarios del Cantón Ambato.....	20
<b>Tabla 2-2:</b>	Esquema de Análisis de Varianza .....	26
<b>Tabla 1-3:</b>	Identificación de especies botánicas dentro del perfil polínico. ....	27
<b>Tabla 2-3:</b>	Perfil polínico de la familia Apiaceae. ....	29
<b>Tabla 3-3:</b>	Perfil polínico de la familia Asteraceae.....	30
<b>Tabla 4-3:</b>	Perfil polínico de la familia Betulaceae.....	31
<b>Tabla 5-3:</b>	Perfil polínico de la familia Boraginaceae. ....	31
<b>Tabla 6-3:</b>	Perfil polínico de la familia Brassicaceae.....	32
<b>Tabla 7-3:</b>	Perfil polínico de la familia Bromeliaceae. ....	33
<b>Tabla 8-3:</b>	Perfil polínico de la familia Convolvulaceae. ....	33
<b>Tabla 9-3:</b>	Perfil polínico de la familia Euphorbiaceae. ....	34
<b>Tabla 10-3:</b>	Perfil polínico de la familia Fabaceae. ....	35
<b>Tabla 11-3:</b>	Perfil polínico de la familia Malvaceae.....	36
<b>Tabla 12-3:</b>	Perfil polínicos de la familia Myrtaceae. ....	36
<b>Tabla 13-3:</b>	Perfil polínico de la familia Lauraceae.....	37
<b>Tabla 14-3:</b>	Perfil polínico de la familia Oleaceae.....	38
<b>Tabla 15-3:</b>	Perfil polínico de la familia Passifloraceae. ....	38
<b>Tabla 16-3:</b>	Perfil polínico de la familia Poaceae. ....	39
<b>Tabla 17-3:</b>	Perfil polínico de la familia Rosaceae. ....	39
<b>Tabla 18-3:</b>	Perfil polínico de la familia Salicaceae. ....	40
<b>Tabla 19-3:</b>	Perfil polínico de la familia Typhaceae.....	40
<b>Tabla 20-3:</b>	Prueba de normalidad en tres muestras de miel. ....	41
<b>Tabla 21-3:</b>	Análisis de Varianza para la Muestra uno de la Hacienda Cuesta .....	42
<b>Tabla 22-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% de significancia para la Muestra uno de la Hacienda Cuesta.....	42
<b>Tabla 23-3:</b>	Prueba de Kruskal Wallis para la Muestra dos de La Amistad. ....	43
<b>Tabla 24-3:</b>	Prueba de Kruskal Wallis para la Muestra tres de Santa Cruz. ....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Polaridad. ....	10
<b>Figura 2-1:</b> Posibles combinaciones de los términos de Polaridad y Simetría. ....	11
<b>Figura 3-1:</b> Clasificación de los granos de polen según su Forma (V.E).....	13
<b>Figura 4-1:</b> Clasificación de los granos de polen según su tipo de Ámbito (V.P) .....	13
<b>Figura 5-1:</b> Ornamentación del polen. ....	16
<b>Gráfico 1-3:</b> Porcentaje del estrato vegetal presente en tres muestras de miel del Cantón Ambato .....	28
<b>Gráfico 2-3:</b> Gráfico Q-Q normal de Muestra 1.....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MAPA DE UBICACIÓN DE TRES MUESTRAS DE MIEL RECOLECTADAS EN EL CANTÓN AMBATO
- ANEXO B:** MAPA DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA UNO RECOLECTADA EN LA HACIENDA CUESTA
- ANEXO C:** MAPA DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA DOS RECOLECTADA EN LA AMISTAD
- ANEXO D:** MAPA DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA TRES RECOLECTADA EN SANTA CRUZ
- ANEXO E:** LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE CAMPO
- ANEXO F:** LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE LABORATORIO
- ANEXO G:** IDENTIFICACIÓN Y CONTEO DE GRANOS DE POLEN
- ANEXO H:** PERFILES POLÍNICOS IDENTIFICADOS EN TRES MUESTRAS DE MIEL
- ANEXO I:** RESULTADOS DEL CONTEO DE GRANOS DE POLEN DE LA MUESTRA UNO DE LA HACIENDA CUESTA
- ANEXO J:** RESULTADOS DEL CONTEO DE GRANOS DE POLEN DE LA MUESTRA DOS DE LA AMISTAD
- ANEXO K:** RESULTADOS DEL CONTEO DE GRANOS DE POLEN DE LA MUESTRA TRES DE SANTA CRUZ
- ANEXO M:** FIGURA Q-Q NORMAL DE LA MUESTRA UNO DE LA HACIENDA CUESTA
- ANEXO N:** FIGURA Q-Q NORMAL DE LA MUESTRA DOS DE LA AMISTAD
- ANEXO O:** FIGURA Q-Q NORMAL DE LA MUESTRA TRES DE SANTA CRUZ
- ANEXO P:** ANÁLISIS DE LA VARIANZA MUESTRA UNO DE LA HACIENDA CUESTA
- ANEXO Q:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)
- ANEXO R:** PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA PARA LA MUESTRA UNO DE LA HACIENDA CUESTA
- ANEXO S:** PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS DE LA MUESTRA DOS DE LA AMISTAD
- ANEXO T:** PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS DE LA MUESTRA TRES DE SANTA CRUZ

## RESUMEN

La presente investigación consistió en la caracterización del aporte polínico de especies arbóreas y arbustivas en tres muestras de miel procedentes de apiarios, ubicados en el Cantón Ambato, con el propósito de identificar las especies arbóreas y arbustivas que componen el perfil polínico de tres muestras de miel y categorizar las mieles en estudio, de acuerdo a su origen botánico. Mediante las fases de recolección de muestras de miel, método de acetólisis, identificación de granos de polen, descripción del perfil polínico, conteo de granos de polen y caracterización botánica en mieles. Para el análisis estadístico se aplicaron las pruebas de normalidad de Shapiro Wilks, Análisis de Varianza y el test de Kruskal Wallis. Los resultados obtenidos reportan a 30 especies botánicas, distribuidas en 18 familias de los cuales 27 se determinaron a nivel de especie y 3 a nivel de género. Dentro del perfil polínico se determinó el mayor aporte de las especies *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Medicago sativa*, *Passiflora mollissima*, *Raphanus sativus* y *Trifolium repens*, por presentar porcentajes mayores al 10 % de frecuencia de polen, siendo las fuentes más importantes de polen o néctar en las tres muestras de miel. El grano de polen de mayor tamaño presentó el género *Aechmea* sp. La polaridad y simetría predominantes fueron (isopolar y radial) respectivamente; la forma y ámbito (esferoidal y circular) por último; la apertura y ornamentación (tricolporado y microreticulado). En el origen botánico las especies categorizadas como polen secundario de la Hacienda Cuesta y La Amistad son: *Eucalyptus globulus* y *Trifolium repens*, con un porcentaje <45% tipificándose como miel multifloral. Por lo contrario, la especie con polen dominante en la miel de Santa Cruz, mostró a *Eucalyptus globulus* con un porcentaje del 47,67% de frecuencia de polen, determinándose como miel monofloral.

**Palabras clave:** <CARACTERIZACIÓN>, <APORTE POLÍNICO>, <ACETÓLISIS>, <MULTIFLORAL>, < MONOFLORAL >, <PERFIL POLÍNICO>

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente  
por LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
Nombre de  
reconocimiento (DN):  
c=EC, l=RIQBAMBA,  
serialNumber=06027669  
74, cn=LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
Fecha: 2021.10.18  
10:04:01 -0500



1904-DBRA-UTP-2021

## ABSTRACT

The present research consisted on the characterization of the pollen contribution of arboreal and shrub species in three samples of honey from apiaries located in the Canton Ambato, with the purpose of identifying the arboreal and shrub species that compose the pollen profile of three honey samples and categorize the honeys under study, according to their botanical origin. Through the phases of honey sample collection, acetolysis method, pollen grain identification, pollen profile description, pollen grain counting and botanical characterization in honeys. For the statistical analysis, Shapiro Wilks normality tests, Analysis of Variance and Kruskal Wallis test were applied. The results obtained report 30 botanical species, distributed in 18 families, of which 27 were determined at species level and 3 at genus level. In the pollen profile, the greatest contribution of the following species was determined *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Medicago sativa*, *Passiflora mollissima*, *Raphanus sativus* and *Trifolium repens*, for presenting percentages higher than 10 % of pollen frequency, being the most important sources of pollen or nectar in the three honey samples. The largest pollen grain size presented the genus *Aechmea* sp. The predominant polarity and symmetry were (*isopolar and radial*), respectively; the shape and scope (*spheroidal and circular*) lastly; aperture and ornamentation (tricolporate and microreticulate). In the botanical origin of the species categorized as secondary pollen from Hacienda Cuesta and La Amistad are: *Eucalyptus globulus* and *Trifolium repens*, with a percentage <45% being typified as multifloral honey. On the other hand, the dominant pollen On the other hand, the species with dominant pollen in the Santa Cruz honey was *Eucalyptus globulus* with a percentage of 47.67% of pollen frequency, being determined as monofloral honey.

**Key words:** <CHARACTERIZATION>, <POLYNIC APPEARANCE>, <ACETOLYSIS>, <MULTIFLORAL>, <MONOFLORAL>, <POLLEN PROFILE>.



## INTRODUCCIÓN

Los estudios palinológicos de la miel de abejas cobran cada día más importancia en el trabajo apícola; pues gracias a ellos, los apicultores no solo pueden indicar con mayor precisión qué tipo de miel ofrecen, sino que pueden especializarse en la producción de mieles con características determinadas. Mediante análisis palinológicos cualitativos y cuantitativos puede conocerse el origen botánico de la miel, debido a que el espectro polínico presente en la misma, depende principalmente de la riqueza floral de la región donde se halla la colmena (Valencia y Velásquez, 2014: pp.19-40).

La flora melífera de las abejas o flora apícola de una región son especies de plantas de las que las abejas obtienen néctar, mielada, polen u otros productos útiles para la colmena (Telleria y Sarasola, 2002: p.9). Esta flora es fundamental para la apicultura, la importancia del conocimiento que se tenga de estas plantas permite comprender las posibles necesidades para la conservación y restauración de los ecosistemas, adecuar el manejo de los colmenares a los cambios en el potencial natural y evaluación de las posibilidades de producción de miel de cierto origen floral, un aspecto importante para la comercialización en los mercados internacionales (Andrada, 2003: pp. 329-336).

Dependiendo del número de especies utilizadas para la obtención de néctar en la producción de la miel, esta se puede clasificar en miel monofloral y multifloral. La primera proviene totalmente o en alto porcentaje de una sola especie de planta, lo que determina que sus características organolépticas, físico-químicas, microscópicas sean similares a la planta de origen; para la segunda, el número de especies es mayor a dos, y no existe una predominancia de alguna especie (Sánchez, 2003). Esta información le permite al productor tipificar su producto según el origen botánico, de acuerdo con las especies predominantes (Piedras y Quiroz 2007: pp.57-75).

La identificación de granos de polen se basa en la combinación de ciertas características como el tamaño, la forma, la estructura y la ornamentación de la exina y sus aberturas. El conjunto de rasgos morfológicos es constante para cada especie, género o familia, lo que permite reconocer el taxón de origen con la precisión adecuada. Sin embargo, no siempre se puede identificar la especie de la que se originó el polen, ya que en muchos casos esta precisión solo alcanza el nivel género o familia (Belmonte y Roure, 2002).

Todas las especies de plantas tienen un polen característico; tiene su propia estructura morfológica y anatómica la cual se comporta como una de las sustancias más resistentes que existen en el mundo natural (Sáenz, 1978).

## ANTECEDENTES

Países como Brasil, Chile, Argentina y España han realizado estudios acerca de la caracterización del aporte polínico en mieles producidas por *Apis mellifera*, permitiendo conocer su origen botánico de diferentes especies clasificándolas en familia, género y especie.

El estudio del contenido polínico en 4 colmenares de la localidad de Junín Provincia de Buenos Aires), mostró que los taxones dominantes en las muestras fueron *Eucalyptus*, *Trifolium*, y *Echium plantagineum*. Las diferencias en el contenido polínico entre colmenares no resultaron relacionadas con las distancias entre los mismos, sino con la composición de la flora del entorno. No se hallaron variaciones importantes en el origen floral de las mieles durante la temporada de producción, excepto para *Echium plantagineum* que desaparece de las muestras después del final de enero y con respecto a *Glicine max*, que aparece en marzo. La reducción de la humedad durante la maduración resultó un proceso rápido. El método de cosecha utilizado por los productores disminuyó el carácter monofloral de la miel (Basilio *et al.*, 2002: pp. 119-136).

En otros estudios realizados sobre la caracterización botánica y geográfica en mieles se identificaron 25 tipos morfológicos de polen. En la subregión de Las Sierras se encontraron mieles monoflorales de *Eucalyptus* sp, y *Helianthus annuus*. Las mieles multiflorales se caracterizaron por la asociación de polen de *Eucalyptus*, *Helianthus annuus*, Brassicaceae y como acompañantes tréboles, *Lotus* sp., y *Medicago* sp. La asociación *Eucalyptus* sp., *Helianthus annuus*, y *Centaurea solstitialis* caracterizaría a las mieles multiflorales de la subregión de Las Encadenadas. En esta, se encontraron mieles monoflorales de *Condalia* y *Helianthus annuus* (Basualdo *et al.*, 2006: pp. 5-14).

En Ecuador el estudio de Estimación de la flora melífera según los resultados, se obtuvo más de 10000 individuos con flores de *Brassica spp* en las áreas de pastos y cultivos, entre 1000 a 10000 individuos en la plantación de *Eucalyptus globulus*, *Bidens andicola* en la superficie de rastrojo, *Trifolium repens* en área de pastos, e individuos de *Lupinus mutabilis* y *Zea mays* en las parcelas de cultivos. Así mismo, la mayor intensidad de preferencia por las especies apícolas predomina

*Brassica spp* con un valor de 5, *Eucalyptus globulus* y *Zea mays* un valor de 3, con similar valor plantas de *Ambrosia arborescens* en bordes de caminos (Gualpa *et al.*, 2019).

Por la ausencia de estudios polínicos en nuestro país, se tomó la decisión de categorizar tres mieles de apiarios del Cantón Ambato, determinando su origen botánico, mediante el método de análisis melisopalinológico.

## **PROBLEMA**

En la miel de abeja de *Apis mellifera*, el apicultor tiene un conocimiento empírico acerca del favoritismo floral de las abejas, esto ha impedido que productores no contribuyan su miel con información real de su origen botánico, dado que existen resultados parciales de la flora melífera que no permiten manejar de forma óptima el componente apícola en la unidad productiva, lo cual influye en la productividad de la miel, al carecer de estudios melisopalinológicos.

## **JUSTIFICACIÓN**

Ecuador tiene una gran variedad de especies melíferas de gran importancia para las abejas, pero la escasa información técnica acerca del aporte polínico para la obtención de un determinado tipo de miel, en nuestro país motivo a plantear esta investigación para determinar el origen botánico de mieles, permitiendo establecer una denominación de origen y considerar a la miel como monofloral, bifloral y multifloral con la aplicación de análisis melisopalinológicos que permitan verificar ciertos atributos y características de las mieles, que dependen de las especies vegetales que la abeja *Apis mellifera*, utiliza como fuente de néctar para su elaboración de alimento. Cuya información servirá como elemento para manejar el componente apícola de la unidad productiva y de referencia para otros colmenares que no tienen una denominación de origen botánico.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Caracterizar el aporte polínico de especies arbóreas y arbustivas en tres muestras de miel procedentes de apiarios, ubicados en el Cantón Ambato.

## **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 a su origen botánico.

## **HIPÓTESIS**

### **NULA**

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

### **ALTERNANTE**

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

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Miel

El *Codex Alimentarius*, define a la miel como: “La sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje” (FAO/WHO, 2001).

##### 1.1.1. Origen

Básicamente hay dos tipos de secreciones dulces que utiliza la abeja para producir la miel: néctar y mielada (melado). Ambos tipos tienen su origen en el jugo o líquido que distribuye los nutrientes en las plantas vasculares. A partir del néctar floral se obtiene la miel de flores, miel de origen floral o simplemente miel. De la mielada, (llamado también melado) se obtiene la miel de melado el origen de esta miel es indirecto; algunos himenópteros (áfidos) del orden *Rhynchota*, se alimentan del floema (rico en materia orgánica) de varios árboles o arbustos y excretan líquido dulce que es recolectado por las abejas dando lugar a la miel de mielada (Ortiz, 1992a: pp.38-39).

##### 1.1.2. Néctar y Nectarios

El néctar es un líquido azucarado secretado por unas pequeñas glándulas que reciben el nombre de nectarios. Los nectarios pueden ser florales, cuando se ubican en la flor (en la base de los pétalos, estambres y disco del receptáculo), o extraflorales cuando se ubican en otras partes de la planta como el tallo, hojas o peciolos (Aguado *et al.*, 2015a: p.10).

##### 1.1.3. Factores inherentes a la producción de miel

Los factores internos que influyen en la elaboración de néctar son diversos. Entre otros, la innervación de los nectarios, el tamaño de las flores, su posición en la planta, el tamaño de la rama en que están adheridos y su edad, la madurez y la especie, variedad o familia de la planta. Las

flores de especies dioicas secretan néctar en diferentes cantidades y concentraciones, según su sexo. Así, las flores masculinas de *Musa acuminata* elaboran 4-5 veces más néctar que las femeninas y es más abundante (García, 2003: pp.45-46).

Los factores externos que inciden en la excreción del néctar son principalmente: humedad, tipo de suelo, uso de fertilizantes, temperatura, viento, hora del día, época del año, duración del día y las horas de insolación (García, 2003: p.46).

#### **1.1.4. Otras fuentes**

Ortiz (1992b: p.42) menciona que es cierto que existen nectarios extraflorales que pueden ser utilizados por las abejas, como ocurre con algunas especies del género *Vida* (veza). Otras especies tienen la capacidad de “exudar” un exceso de humedad edáfica esporádico en entrenudos o en partes tiernas de la planta; incluso en estos casos la abeja puede realizar su labor de recolección.

#### **1.1.5. Atracción**

Mientras que los insectos polinizadores buscan su retribución en las flores en modo de alimento, las flores atraen a los insectos gracias a señales óptimas como el color o la forma, o químicas como el olor, sin embargo, estas pueden participar al mismo tiempo (Aguado *et al.*, 2015b: p.11).

### **1.2. Elaboración de la Miel por la abeja**

#### **1.2.1. Recolección**

La recolección de néctar comienza cuando una abeja descubre una fuente de alimento. Esta acción está organizada por ciclos de recolección. Cada ciclo comienza cuando la abeja vuela desde la colmena hacia la fuente de alimento. Allí liba el néctar acumulado en los nectarios florales y lo almacena en su buche melario, En la colmena el alimento transportado es transferido a otras obreras por contactos bucales, lo que se denomina *trofalaxia* (Wilson, 1971).

### **1.2.2. Aireación**

Aireación del contenido del buche melario para la reducción del agua y la inversión de azúcares. Cuando las abejas regresan a la colmena, regurgitan una gota del buche melario, se exponen a la corriente de aire caliente dentro de la colmena, se vuelven a absorber y luego pasan de una abeja a otra. Esta fase se repite durante 15 o 20 minutos incorporando enzimas adicionales para continuar la transformación iniciada en el buche de la abeja recolectora, aumentando la viscosidad del líquido, finalizando cuando el contenido en agua se encuentre entre el 30% y el 40% (Lendínez, 2017: pp.11-12).

### **1.2.3. Almacenamiento y ventilación: Maduración**

Almacenamiento de la miel en desarrollo en las celdillas del panal y ventilación para posteriores reducciones del contenido en agua (maduración). El contenido en agua del líquido se reduce del 18 al 19% de forma natural y sin la intervención directa de las abejas por las corrientes de aire caliente que se producen dentro de la colmena. Este proceso tiene una duración entre uno y tres días donde incide directamente la población de la colmena, el suministro de fuente nectaríferas, el contenido en agua de materia prima, el grado de llenado de las celdillas y factores climáticos como la humedad, la temperatura y el viento (Lendínez, 2017: pp.11-12).

### **1.2.4. Operculado**

Las abejas protegen a la miel ya madura mediante la operculación de las celdas con una capa de cera. De esta forma, el proceso de maduración finaliza cuando las celdas comienzan a sellar, lo que en cierto sentido crea una barrera contra la posible rehidratación del producto maduro y su indeseable fermentación (Eyer *et al.*, 2016: pp. 1-20).

## **1.3. Obtención de la Miel**

### **1.3.1. Deshumidificación y desoperculado**

Consiste en controlar el grado de humedad con un refractómetro. Si el grado es inferior al 18%, se puede desopercular. De lo contrario, la miel se deshumidifica con una corriente de aire seco. El desoperculado consiste en utilizar peines o cuchillos para eliminar la cera de las celdas donde

se encuentra la miel. Es importante que toda la cera esté perfectamente separada para que no se mezcle con la miel (Lendínez, 2017: p.12).

### ***1.3.2. Centrifugación y filtrado***

La mayor parte de la miel comercializada actualmente se extrae de los panales mediante un mecanismo centrífugo. Este sistema tiene la ventaja de ser rápido y los panales no se dañan. Existen dos tipos de centrifugadoras según la posición de los cuadros: radial y tangencial. Para las mieles líquidas, se deben utilizar centrifugas radiales y para centrifugas tangenciales para mieles más densas, comenzando a una velocidad moderada e incrementándola gradualmente. El filtrado elimina las impurezas de la miel como por ejemplo, fragmentos de panal de abejas, polen y fragmentos de cera que se mezclan con la miel durante la centrifugación. Los filtros o tamices se colocan después del extractor, clasificados del tamaño de malla más grande al más pequeño, siendo el último tamiz de 0,5 mm de luz (Piana *et al.*, 1989).

### ***1.3.3. Decantación de Limpieza***

Se utiliza para eliminar las burbujas de aire y algunas impurezas que pasaron por los filtros anteriores. El tiempo de decantación varía desde unos pocos días hasta un mes, dependiendo del tipo de miel y de la temperatura del desoperculador (Piana *et al.*, 1989).

## **1.4. Morfología del polen en plantas arbóreas**

### ***1.4.1. La flora melífera***

La flora melífera o apícola es un grupo de especies vegetales que producen o secretan elementos que las abejas recolectan para su alimentación, principalmente néctar y polen (Velandia *et al.*, 2012: p.12). Esta flora es fundamental para la apicultura, la importancia del conocimiento que se tenga de estas plantas permite comprender las posibles necesidades para la conservación y restauración de los ecosistemas, adecuar el manejo de los colmenares a los cambios en el potencial natural y evaluación de las posibilidades de producción de miel de cierto origen floral, un aspecto importante para la comercialización en los mercados internacionales (Andrada, 2003: pp. 329-336).



### **1.4.2. Polen**

Muniategui *et al.* (1993) menciona que es un polvo diminuto su función es la fertilización de flores, se halla en las anteras de los estambres y es recolectada por las abejas para alimentarse. Por su contenido en carbohidratos, proteínas, lípidos, sales minerales y vitaminas, es una fuente insustituible para la alimentación de las larvas y abejas jóvenes, fundamental para su crecimiento.

### **1.4.3. Esporodermis**

El polen tiene diferentes capas compuestas por subcapas capaces de soportar temperaturas de hasta 300 °C. La esporodermis rodea y protege al polen, está compuesto por dos paredes: la intina que limita la célula polínica y la exina circunda la intina. Este último tiene celulosa como componente principal, que se destruye fácilmente en el polen acetolizado. La exina consta de dos capas nexina (interna) y sexina (externa) son morfológicamente diferenciables, presentan una de las mayores resistencias en el reino vegetal, ya que soportan ácidos y bases concentrados, es posible degradar con ciertos oxidantes (Sáenz, 1978).

#### **1.4.3.1. Exina**

Está compuesta por espora lenina, una sustancia químicamente muy resistente y solo se puede degradar por oxidación, es la capa que recubre el polen (Gabarayeva, 1996).

#### **1.4.3.2. Intina**

Rodea el protoplasma es delicado, poco resistente constituido de celulosa y pectina, generalmente es más grueso a la altura de las aperturas, una de las capas que cubre el polen (Gabarayeva, 1996).

### **1.4.4. El polen como indicador de calidad**

Según Russmann (1998), como Kerkvliet *et al.* (1995) y Louveanux *et al.* (1978), citados en Von Der Ohe *et al.* (2004), manifiestan que el análisis del polen, también es de gran importancia para el control de calidad, proporcionando información sobre aspectos de extracción, filtración, fermentación e higiene como la contaminación con polvo, partículas de carbón o granos de almidón.

### 1.4.5. Origen del polen en la miel

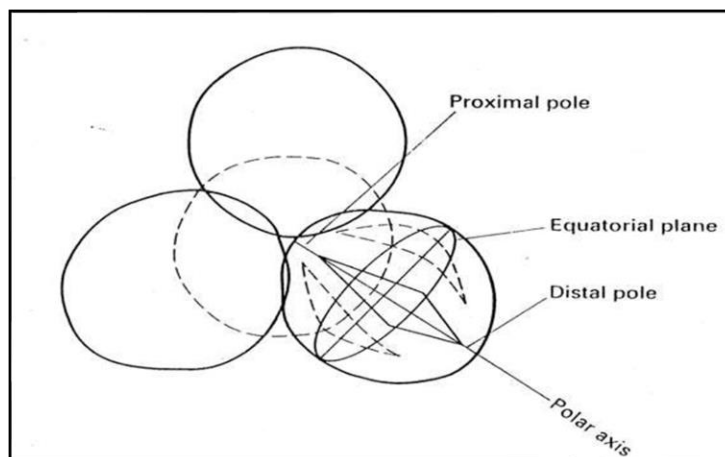
De acuerdo a Sawyer (1988), el origen del polen que se encuentra en la miel proviene de los granos que han logrado caer internamente al néctar de la flor, ya sea por el viento o por el movimiento que sufrieron por la acción de algún insecto. Luego, es succionado por las abejas y llevado al interior de la colmena, donde es depositado en las celdillas para su maduración y formación de miel, con los granos de polen contenidos.

## 1.5. Morfología y descripción

### 1.5.1. Polaridad

Dependiendo de la polaridad los granos pueden ser: isopolares, subisopolares y heteropolares. En los primeros, el plano ecuatorial lo divide en dos mitades iguales, la mitad proximal y la mitad opuesta como cara distal. En los granos heteropolares, las dos caras son diferentes y en los subisopolares son más o menos diferentes (Báez, 1998).

De acuerdo con Strasburger *et al.* (1992) y Rodríguez (2003), cada grano de polen tiene una zona o polo proximal, que corresponde a la zona más cercana al centro de la tétrada, y un polo distal que corresponde al lado exterior opuesto. La línea imaginaria que une ambos polos se llama eje polar (P), y la línea perpendicular a este eje a través del eje ecuatorial se llama plano ecuatorial (E). En la (Figura 1-1) se muestra la polaridad de grano de polen.



**Figura 1-1:** Polaridad

Fuente: Moore y Webb, 1978.

### 1.5.2. Simetría

Los granos de polen pueden ser simétricos o asimétricos. La simetría puede ser a su vez radial (radiosimétrica) o bilateral (bisimétrica). Los primeros tienen más de dos planos verticales de simetría, o si sólo tienen dos, los ejes ecuatoriales tienen la misma longitud. Aquellos con simetría bilateral tienen como máximo dos planos de simetría y a diferencia de los granos radiosimétricos, los ejes ecuatoriales de dos planos los ejes son de diferente longitud (Báez, 1998). En la (Figura 2-1) se muestra las posibles combinaciones de los términos de polaridad y simetría de granos de polen.

		SIMETRICOS						ASIMETRICOS
		RADIO-SIMETRICOS		BISIMETRICOS				
				ISOBISIMETRICOS		HETEROBISIMETRICOS		
		Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	
ISOPOLARES								
HETEROPOLARES		Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	Y.ECUATORIAL
SUBISOPOLARES		Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	Y.ECUATORIAL	Y.POLAR	
APOLARES								

**Figura 2-1:** Posibles combinaciones de los términos de Polaridad y Simetría

Fuente: Fernández y Díez, 1990: pp. 51-60.

### 1.5.3. Forma

Erdtman ha propuesto una clasificación de todas las formas posibles presentes, siempre refiriéndose a granos previamente acetolizados (Sáenz, 1978). En los granos de polen radiosimétricos, el eje polar y el diámetro ecuatorial más grande se pueden medir en una vista ecuatorial; mientras que los granos de polen bilaterales la anchura latitud ecuatorial solo puede medir en una vista polar (Bhattacharya *et al.*, 2006). En algunos casos, la forma es esferoidal o sub-esferoidal, pero puede variar de alargado (prolato o per-prolato) a aplanado (oblato o per-oblato) (Kapp's *et al.*, 2000). En la (Figura 3-1) se muestra la clasificación de los granos de polen según su forma (V.E). La clasificación se basa en la relación entre la longitud del eje polar (P) y el diámetro ecuatorial y el ancho total (E) y la clasificación de los granos de polen según su forma, los mismos que se indica en la (Tabla 1-1).

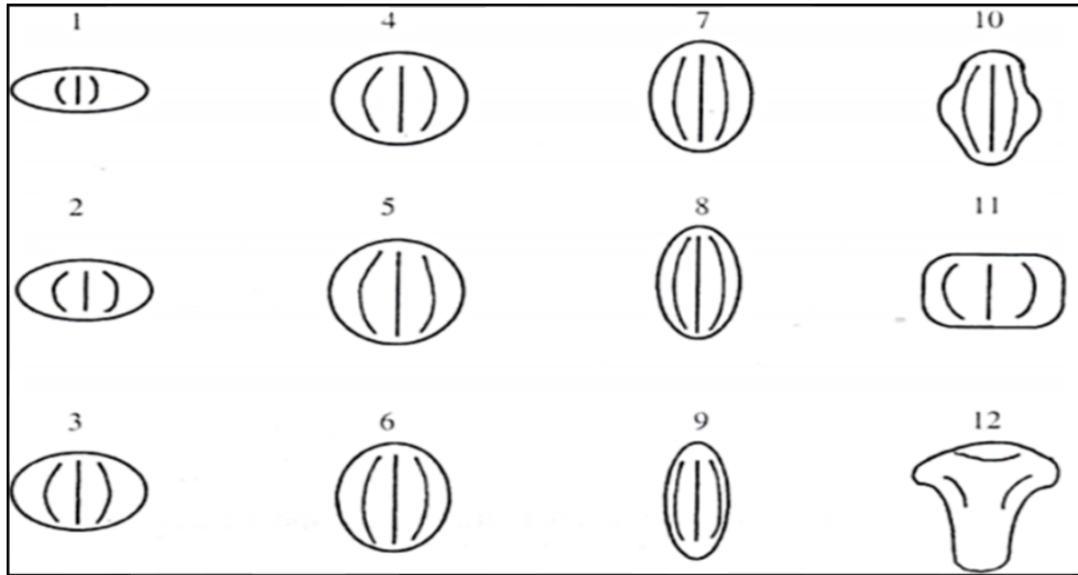
**Tabla 1-1:** Clasificación de los granos de polen según su forma

Forma	P/E
Per-oblato	0.00-0.49
Oblato	0.05-0.74
Sub-oblato	0.75-0.87
Oblato-esferoidal	0.88-0.99
Esferoidal	1.00
Prolato-esferoidal	1.01-1.13
Sub-prolato	1.14-1.32
Prolato	1.33-1.99
Per-prolato	>2.00

Fuente: Sáenz, 1978.

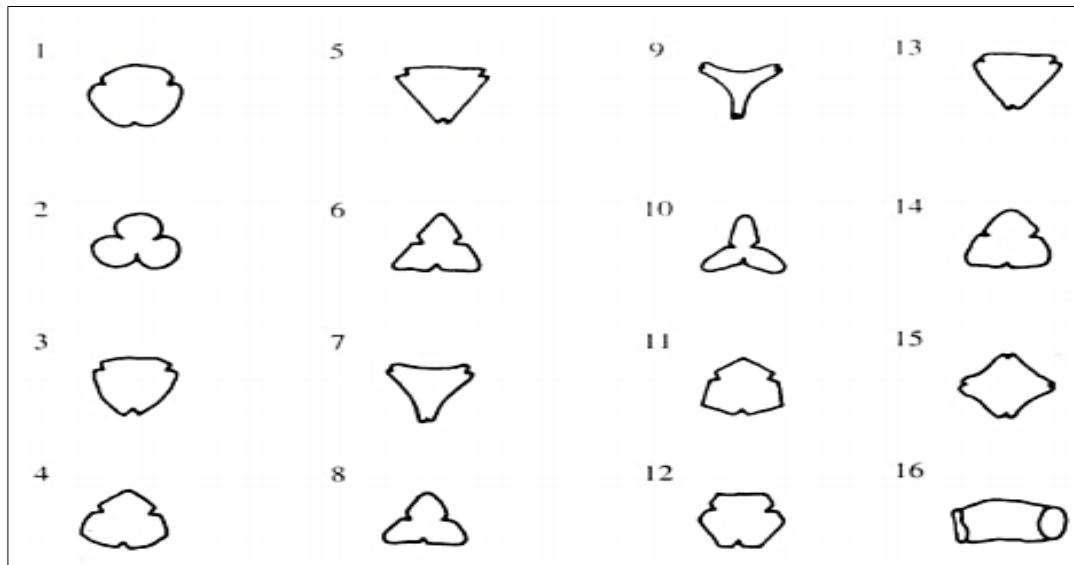
### 1.5.4. Ámbito

De acuerdo con Bhattacharya *et al.* (2006) el contorno de un grano de polen o esporas en vista polar se llama ámbito. Los tipos de ámbito diferentes pueden ser: angular, circular, circular-lobado, hexagonal, interangular, interhexagonal, interlobado, intersemiangular, intersemilobado, intersubangular, lobado, rectangular, semiangular, semilobado, subangular y tubular (Herrera y Urrego, 1996). En la (Figura 4-1) se muestra la clasificación de los granos de polen según su tipo de Ámbito (VP).



**Figura 3-1:** Clasificación de los granos de polen según su Forma (V.E): 1, Peroblato; 2, Oblato; 3, Suboblato; 4, Oblato-esferoidal; 5, Esferoidal; 6, Prolato-esferoidal; 7, Subprolato; 8, Prolato; 9, Peroblato; 10, Romboidal; 11, Rectangular; 12, Forma de manzana

**Fuente:** Huang, 1972, citado en Herrera y Urrego, 1996.



**Figura 4-1:** Clasificación de los granos de polen según su tipo de Ámbito (V.P): 1, Circular; 2, Circular-lobado; 3, semi-angular; 4, Inter-semisingular; 5, Angular; 6, Interangular; 7, Semi-lobado; 8, Inter-semi-lobado; 9, Lobado; 10, Inter-lobado; 11, Exagonal; 12, Inter-exagonal; 13, Sub-angular; 14, Inter-subangular; 15, Rectangular; 16, Tubular

**Fuente:** Huang, 1972, citado en Herrera y Urrego, 1996.

### 1.5.5. *Tamaño*

De acuerdo con Sáenz (1978) el tamaño de un grano de polen se define por la longitud de sus ejes polar y ecuatorial sin incluir ningún crecimiento de exina (espina, verruga, entre otros) que supera los 0.5  $\mu\text{m}$  de longitud. En granos radiosimétricos de ámbito angular o lobado y en granos de simetría bilateral se debe realizar mediciones adicionales en vista polar para determinar los diámetros ecuatoriales. Erdtman (1952) compiló la siguiente tabla basándose únicamente en el diámetro de grano más grande (Tabla 2-1).

**Tabla 2-1:** Clasificación de los granos de polen según su tamaño

Tamaño	Longitud del eje mayor
Granos muy pequeños	<10 $\mu\text{m}$
Granos pequeños	10-25 $\mu\text{m}$
Granos medianos	25-50 $\mu\text{m}$
Granos grandes	50-100 $\mu\text{m}$
Granos muy grandes	100-200 $\mu\text{m}$
Granos gigantes	>200 $\mu\text{m}$

Fuente: Erdtman, 1952.

### 1.5.6. *Aperturas*

Las aperturas corresponden a cualquier tipo de modificación de la pared del polen o esporas. Su función es la salida del tubo polínico y la regulación del volumen de agua para adaptar el polen a distintos grados de humedad (harmomegata). Hay dos tipos: poros y prominencias, pero puede haber tipos de polen que no contengan ninguno o una combinación de ambos. Estas propiedades, son un criterio fundamental para identificar las clases de polen según cada familia (Esau, 1982). Hay dos tipos de aperturas: las alargadas en forma de surco son colpos y las redondas son poros. Las aperturas pueden ser simples o compuestas. Las simples son colpos y poros, los compuestos son colporos (colpo + ora), pororos (poro + ora).

#### 1.5.6.1. *Poros*

Las aperturas circulares en la exina se llaman poros, que pueden existir hasta más de cien por grano de polen. Los granos con tres o más poros se disponen equidistantes del ecuador. Por otro

lado, las aberturas largas hacia el eje polar o colpi generalmente están cubiertas por una capa de exina elástica y una denominada membrana del colpus. El número, tipo y posición de las aberturas son características genéticas fijas dentro de la misma especie; sin embargo, a veces pueden ser variables (Hesse *et al.*, 2009).

Entre las características externas están: *anulus* o anillo alrededor del poro, simple, costa pori e inconspicuo (Herrera y Urrego, 1996).

La *os u ora* se refiere a los poros organizados ecuatorialmente ubicados en la parte interna de una abertura compuesta (colporo), en vista ecuatorial puede ser: circular, longitudinalmente elíptico (lolangado), circular a longitudinalmente elíptico, circular a transversalmente elíptico, transversalmente elíptico (lalongado), trasversalmente paralelo, rectangular transversal, rectangular longitudinal, rectangular transversal y/o longitudinal, en forma de H (Herrera y Urrego 1996).

#### 1.5.6.2. Colpo

Algunas características observadas en los colpos: puede presentar divisiones e incrustaciones; los extremos del colpo pueden ser redondeados o puntiagudos; constricciones presentes o no en la zona ecuatorial; los bordes pueden ser gruesos bien definidos, gruesos difusos, delgados bien definidos, delgados difusos y difíciles de distinguir; pueden o no presentar costa colpi (Herrera y Urrego, 1996).

Dependiendo la posición, forma, número y carácter de las aberturas (criterios utilizados por Erdtman) los tipos más comunes de polen se observan en la (Tabla 3-1).

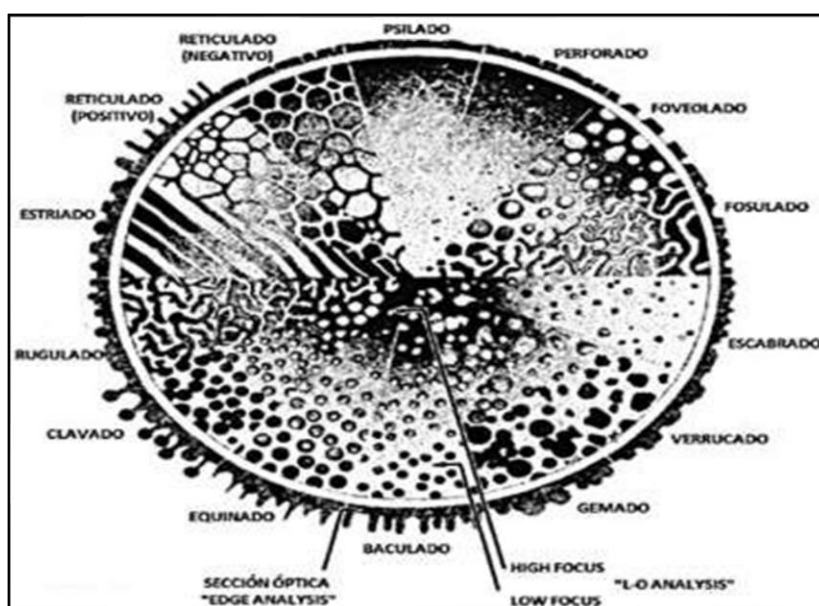
**Tabla 3-1:** Tipos de polen más comunes según el número, posición y carácter de las aberturas

Aperturas	Poros	Colpos	Colporos
Uno	Monoporado	Monocolpado	---
Dos	Diporado	Dicolapado	Dicolporado
Tres	Triporado	Tricolpado	Tricolporado
En el Ecuador	Estefanoporado	Estefanocolpado	Estefanocolporado
En toda la superficie	Periporado	Pericolpado	Pericolporado
Unidos	---	Sincolpado	---
Alternados	---	Heterocolpado	Heterocolporado

Fuente: D'Antoni, 2008.

### 1.5.7. Ornamentación

El tectum presenta frecuentemente un relieve superficial debido a los denominados elementos esculturales que han tomado diversas formas y cuyo eje mayor no supera generalmente los 5  $\mu\text{m}$  de longitud. Estos elementos esculturales son variados, pero permanecen constantemente dentro de la misma especie, por lo que son una buena característica para diferenciar entre tipos de polen y esporas (Elvira *et al.*, 2013). El tipo de ornamentación puede ser: psilado, foveolado, fosulado, escabrado, gemado, clavado, verrucado, baculado, echinado, rugulado, estriado y reticulada (Faegri *et al.*, 1989). En la (Figura 5-1) se muestra la ornamentación del polen.



**Figura 5-1:** Ornamentación del polen

Fuente: tomada de Traverse, 1988.

## 1.6. Melisopalinología

### 1.6.1. Aplicaciones

El análisis de polen, realizado en diferentes matrices, permite otras aplicaciones interesantes en el ámbito apícola y entomológico: determinar la importancia de las diferentes especies vegetales para la alimentación y el desarrollo de la colonia de abejas; identificar el origen de otros productos apícolas (jalea real, cera, propóleo); realizar investigaciones de biomonitorio ambiental; estudiar el comportamiento de la entomofauna polinizadora y su papel en términos de producción agrícola



y la conservación ambiental, a través de la polinización de especies cultivadas y espontáneas (Persano Oddo *et al.*, 2007).

### ***1.6.2. Métodos de Melisopalinología***

El método melisopalinología desarrollado y propuesto por la Comisión Internacional de Botánica Apícola (ICBB) y publicado por Louveaux *et al.*, 1978 aunque presenta defectos, sigue siendo un método determinado en la mayoría de los laboratorios europeos que participan en el análisis de miel habituales y es considerado adecuado para el propósito práctico de verificar si el espectro polen se ajusta al origen botánico, declarado de una muestra de miel (Von Der Ohe *et al.*, 2004).

### ***1.6.3. El análisis***

El análisis se puede abordar desde dos puntos de vistas, cuantitativo y cualitativo, en el primer caso, se puede conocer la riqueza polínica de la miel y posiblemente sacar conclusiones sobre el método de extracción, ya que la miel extraída por prensado tiene una alta riqueza polínica. El análisis cualitativo, permite conocer el polen que contiene la miel y hacerse una idea de las plantas que visito la abeja y el origen botánico del néctar con que se elabora la miel (Irurueta y Sánchez, 2001).

## **1.7. Clasificación de las muestras de miel**

De acuerdo con la Norma Chilena 616 E Of.68 (CHILE-INN, 1968), y FAO/WHO (2001), la miel de abejas se puede clasificar por su origen y medio de extracción.

### ***1.7.1. Según su origen: La miel se clasifica en dos tipos:***

#### ***1.7.1.1. Tipo I. Miel de flores***

La miel que procede principalmente del néctar de flores; su color varía casi de incoloro a amarillo y pardo amarillento y posee un contenido de azúcar invertido superior o igual a 70%. Esta miel es levógira.

#### *1.7.1.2. Tipo II. Miel de mielada*

La miel que procede principalmente de plantas caducas (miel de hojas) o de exudaciones de plantas, especialmente coníferas; de color variable entre pardo claro y casi negro, tiene un olor resinoso particular y el contenido de azúcar es igual o superior a 60%. Esta miel es dextrógira.

#### ***1.7.2. Según el método de extracción utilizado: La miel se clasifica en tres clases:***

##### *1.7.2.1. Clase A o miel centrifugada*

Producto que se obtiene por centrifugación de los panales no incubados.

##### *1.7.2.2. Clase B o miel de presión*

Producto que se obtiene por compresión de los panales no incubados.

##### *1.7.2.3. Clase C o miel sobrecalentada*

Producto que se ha calentado a una temperatura superior a 45°C para su extracción.

De acuerdo con la Norma Chilena 2981 Of.2005 (CHILE-INN, 2005), para la denominación de origen botánico mediante ensayo 5 melisopalinológico, la miel se puede tipificar, de acuerdo a la flora melífera usada por la abeja para obtener néctar y polen, en los tipos:

#### ***1.7.3. Según el origen botánico: La miel se clásica en tres clases:***

##### *1.7.3.1. Miel Monofloral*

Es aquella en la que al menos el 45% del total de sus granos de polen corresponden a una misma especie vegetal, denominándose como miel monofloral de la especie dominante en su fracción polínica.

### *1.7.3.2. Miel Bifloral*

Es aquella en cuya composición se encuentren presentes significativamente polen de dos especies de plantas, alcanzando en su conjunto un valor mínimo de 50%, y en que ambas especies presenten un porcentaje que no difiere del 5% entre ellos.

### *1.7.3.3. Miel Polifloral*

Es aquella en cuya composición se encuentren 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

En la presente investigación se recolectaron muestras de miel de tres apiarios, localizados en los sectores: Hacienda Cuesta, La Amistad y Santa Cruz, pertenecientes al Cantón Ambato, provincia de Tungurahua. En el (Anexo A), se presenta la localización de cada apiario del estudio.

Los límites de Ambato son: Norte: Provincia de Cotopaxi; Sur: Provincia de Chimborazo; Este: Cantones: Píllaro, Pelileo, Cevallos, Tisaleo y Mocha (Provincia de Tungurahua) Oeste: Provincia de Bolívar (GADM, 2015: p.5).

##### 2.1.1.1. Ubicación geográfica

**Tabla 1-2:** Coordenadas de apiarios del Cantón Ambato.

Ubicación de Apiarios	Coordenadas UTM, Zona 17 S, Datum WGS 84		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Santa Rosa (Muestra uno)	9858034	760391	2533
La Amistad (Muestra dos)	9864241	768594	2553
Santa Cruz (Muestra tres)	9858093	766052	2684

Elaborado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

##### 2.1.1.2. Características climáticas

De acuerdo con INAMHI (2017: p.89), con datos tomados en la estación meteorológica de Querochaca (UTA) en el 2013 se registraron los siguientes datos:

Temperatura media anual de 19,1°C

Precipitación media anual de 571,2 mm

Humedad relativa de 75%

### *2.1.1.3. Zona de vida*

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013: p.26), el área de estudio pertenece a la clasificación ecológica: Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes: BsBn04.

## **2.1.2. Materiales y equipos**

### *2.1.2.1. Materiales de campo*

- Libreta de apuntes, lápiz, borrador, GPS, cámara fotografía, traje de apicultura, velo de apicultura, guantes de apicultura, botas de caucho, ahumador, espátula, colador de miel, centrifuga, frascos herméticos de vidrio de 250 ml.

### *2.1.2.2. Materiales de laboratorio*

- Centrifuga (Dynac III), balanza digital (Radwag), Thermo Scientific (Cimarec), horno (BOV-T70C), microscopio (Universal trinocular LED Motic BA310E TLED), cámara extractora de gases, reverbero eléctrico, matraz Erlenmeyer, tubos de ensayo, vasos precipitación, probeta, pipeta graduada, pera de succión, micropipeta, espátula, gradilla, papel absorbente, pinzas, puntas de micropipeta, porta y cubre objetos, cámara de Neubauer, agua destilada, glicerina, ácido acético, ácido sulfúrico, anhídrido acético.

### *2.1.2.3. Materiales y equipos de oficina e informáticos*

- Hojas de registro, carpetas, papel de impresión, computadora, impresora, cámara Nikon, programa (ArcGIS 10.5.) y (Motic Images Plus 3.0.).

## **2.2. Metodología**

### **2.2.1. *Para el logro del primer objetivo; Identificar las especies arbóreas y arbustivas que componen el perfil polínico de las tres muestras de miel***

#### **2.2.2. *Fase de campo***

##### **2.2.2.1. *Recolección de muestras de miel***

- Se utilizó un GPS que registró las (Coordenadas UTM) de cada apiario, donde se recolectaron tres marcos de miel y se georreferenciaron con el programa ArcGIS 10.5. En el (Anexo B, C, D) se presenta la ubicación de cada apiario.
- Luego, se procedió a la extracción de la miel, manualmente con ayuda de una espátula y por centrifugación. Cada muestra se almacenó en frascos herméticos de vidrio de 250 ml, etiquetados con número, fecha, lugar de colecta, coordenadas y nombre del recolector. Después se almacenaron a temperatura ambiente hasta antes de su análisis en laboratorio.
- Posteriormente, las muestras de miel se llevaron al laboratorio de Ciencias Químicas de la ESPOCH, donde se realizó el análisis del método de acetólisis para muestras de miel.

#### **2.2.3. *Fase de laboratorio***

##### **2.2.3.1. *Método de acetólisis para muestras de miel***

- Con una espátula, se procedió a extraer la miel ya sea líquida o cristalizada de los envases herméticos de vidrio rotulados, pesamos 10 g de miel de la muestra inicial en un matraz Erlenmeyer.
- Agregar 40 ml de agua destilada en un matraz Erlenmeyer.
- Agitar y mezclar hasta obtener una solución diluida, en el caso de tener miel cristalizada se procede a colocar la muestra en un termo, hasta que la miel sea diluida y homogeneizada.
- Dividir lo diluido en cuatro tubos de ensayo de 10 ml (rotulados) en volúmenes iguales por cada muestra.

- Centrifugar los tubos ensayos durante 4 minutos a 3000 r.p.m. con volúmenes iguales, coincidiendo la dirección frontal en par o impar de cada uno de los tubos de la centrifuga, procurando el no rompimiento de los tubos de ensayo y pérdida de solución.
- Se procedió a sacar de la centrifuga y decantar los tubos de ensayo de un golpe.
- Posteriormente se añadió 1 ml de agua destilada en cada tubo de ensayo de cada muestra, agitar y adicionar a la muestra homogenizada, teniendo un solo tubo de ensayo de cada muestra con volúmenes iguales.
- Centrifugar por 4 minutos a 3000 r.p.m. los tubos de ensayos con volúmenes iguales.
- Decantar los tubos de ensayo de cada muestra de un golpe, quedando solo el sobrante.
- Añadir 2 ml de ácido acético en la cámara de gases con volúmenes iguales, cada muestra de tubo de ensayo y centrifugar durante 4 minutos a 3000 r.p.m.
- Decantar en un vaso de precipitación de 50 ml, el ácido acético de los tubos de ensayo en la cámara de gases, quedándose solo con el sobrante de los tubos de ensayo.
- Preparar la solución de acetólisis (9 partes de anhídrido acético (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) + 1 parte de Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Cuidado: Adicionar siempre el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al anhídrido acético, lentamente (gota a gota) en la cámara de gases.
- Luego se adicionó entre 5 y 6 ml de la mezcla a cada tubo de ensayo.
- Seguidamente se colocó en la estufa los tubos de ensayo con la mezcla de acetólisis y calentar por 6 minutos a 100 °C, este calentamiento también se puede hacer a baño María con mucho cuidado (tratar que el agua no entre en contacto con la mezcla).
- La indicación de reacción óptima es un cambio de color a café oscuro, precaución (no dejar sobrecalentar la mezcla pues la reacción se toma muy violenta y hay peligro de explosión de los tubos) si la muestra torna de color violeta la muestra se ha dañado.
- Centrifugar durante 4 minutos a 3000 r.p.m.
- Vaciar 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, quedándonos con el sobrante de los tubos de ensayo.
- Llenar los tubos de ensayo con agua destilada a 10 ml y centrifugar durante 4 minutos y 3000 r.p.m. posteriormente se debe decantar de un golpe.
- Repetir el paso anterior.
- Se preparó la solución de glicerol (50% glicerina + 50% de agua destilada).
- Llenar los tubos de ensayo de 10 ml con glicerol (permite que el polen se mantenga fresco por buen tiempo).

- Centrifugar los tubos con glicerol durante 4 minutos a 3000 r.p.m. y decantar los tubos de ensayo en forma vertical, posteriormente se colocan los tubos de ensayo en una gradilla metálica con papel absorbente, recogiendo el exceso de glicerol y quedándose los granos de polen en la parte inferior.
- Llevar las muestras a secar en la estufa por 15–30 minutos a una temperatura de 60 °C (si no hay estufa hay que guardar en un gabinete protegido de la luz por 24 horas).
- Extraer y Montar el sedimento polínico al porta y cubre objetos.
- Por último, con un microscopio con aumento del objetivo de 100X y una cámara Nikon se fotografiaron cada grano de polen.

#### **2.2.4. Análisis cualitativo**

##### *2.2.4.1. Identificación de granos de polen*

La identificación de granos de polen se llevó a cabo examinando la forma, ámbito, apertura y ornamentación. Las observaciones se compararon con los atlas y guías de tipos polínicos de Roubik (2003), Jaramillo y Trigo (2011) y Da Silva (2020). La identificación se realizó a nivel de especie cuando fue posible, en otros casos a nivel de género o familia. Se consultó la lista de la flora apícola de la provincia de Tungurahua, realizado por el Consejo Nacional, (2004) presentes en las zonas de estudio de cada apiario.

##### *2.2.4.2. Descripción del perfil polínico*

Para la descripción del perfil polínico se midió la longitud del eje ecuatorial (E) y polar (P) de cada grano de polen identificado, con el programa (Motic Images Plus 3.0.) en relación al tipo de vista en que se encuentre el grano de polen, ya sea en vista ecuatorial (v.e.) o vista polar (v.p.). Para el tamaño se consideró granos de polen pequeños (10-25  $\mu\text{m}$ ), medianos (25-50  $\mu\text{m}$ ) y grandes (50-100  $\mu\text{m}$ ) de acuerdo a longitud del eje ecuatorial. Los parámetros descritos fueron: tamaño, polaridad, simetría, forma, ámbito, apertura y ornamentación, cada uno de ellos propios de cada familia botánica.



### **2.2.5. Para el logro del segundo objetivo; Categorizar las mieles en estudio, de acuerdo a su origen botánico**

#### **2.2.6. Análisis cuantitativo**

##### *2.2.6.1. Conteo de granos de polen*

Para el conteo de granos de polen, se utilizó la cámara de Neubauer, donde se añadió 10 µl de sedimento polínico y una gota de aceite de inmersión. Se hicieron barridos con aumento del objetivo de 40X, contando solo el polen dentro de los cuadrantes en forma de zigzag, si los granos de polen se encuentran sobre los bordes, solo se cuenta el borde izquierdo y superior, esto evita el doble conteo. Este paso se repite para cada grano de polen identificado. Algunos preparados tuvieron muy bajo contenido el cual se realizó por duplicado cada ensayo hasta obtener muestras homogéneas.

Para calcular los granos de polen se utilizó la fórmula general de conteo celular en cámara de Neubauer:

$$\text{Células/mm}^3 = (\text{Células contadas}) (\text{Factor de dilución}) (1/\text{Factor de volumen})$$

##### *2.2.6.2. Caracterización botánica en mieles*

Para realizar la caracterización de la miel, se aplicó el método de Louveaux *et al.* (1970) donde se clasificó las frecuencias de polen en: categoría 1, polen dominante (D), presente en más de 45%; categoría 2, polen secundario (S), presente entre 16-45 %; categoría 3, polen aislado importante (AI) de 3-15 %; categoría 4, polen aislado (A), presente en menos de 3%. Con base a esta categorización, posteriormente, se determinó el origen botánico de la miel en "monoflorales" cuando en su composición predominó una especie botánica con porcentaje de polen superior o igual a 45% y "multiflorales", mixta o polifloral" cuando dos o más especies se presentaron con porcentajes iguales o mayores al 10% (Louveaux *et al.*, 1978).

### 2.2.7. Análisis estadístico

Se realizó con el uso del programa estadístico SPSS. Los datos melisopalinológicos fueron sometidos a la Prueba de normalidad de Shapiro Wilks, Análisis de Varianza y el test de Kruskal Wallis para aquellos datos de las muestras de miel que no presentaron una distribución normal.

#### 2.2.7.1. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos (muestras):	3
Número de repeticiones:	3
Número de unidades experimentales:	9

#### 2.2.7.2. Esquema de análisis de varianza

**Tabla 2-2:** Esquema de Análisis de Varianza

Fuente de variación (FV)	Fórmula	Grados de Libertad (gl)
Repeticiones	$r-1$	2
Tratamiento	$a-1$	2
Error	$(a-1)(r-1)$	4
<b>TOTAL</b>	$r.t-1$	8

**Realizado por:** Lapo Orellana, Brian, 2021.

#### 2.2.7.3. Análisis funcional

Para determinar el comportamiento de los datos de frecuencia de polen en tres muestras de miel, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en vista que el número de datos en cada caso fue menor de 50 (para cada tipo de tratamiento). Evidenciando la normalidad se empleó (ADEVA) con prueba de Tukey al 5% para demostrar diferencias entre los tratamientos seleccionados. En aquellos datos de las muestras que no cumplieron con los supuestos de normalidad se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Para el cumplimiento del primer objetivo; Identificar las especies arbóreas y arbustivas que componen el perfil polínico de las tres muestras de miel

En los análisis de la caracterización polínica de tres muestras de miel del Cantón Ambato, se lograron reconocer un total de 30 especies botánicas, distribuidas en 18 familias de las cuales 27 corresponden a nivel de especie y 3 a nivel de género. La familia con mayor cantidad de especies botánicas identificadas en las tres muestras de miel es la Fabaceae con 6 especies. Asimismo, se diferencia por el número de especies las familias: Asteraceae y Myrtaceae con 3, seguida por las familias; Brassicaceae, Euphorbiaceae y Rosaceae con 2 especies. Por último 12 especies botánicas representadas por una especie cada una de ellas (Tabla 1-3).

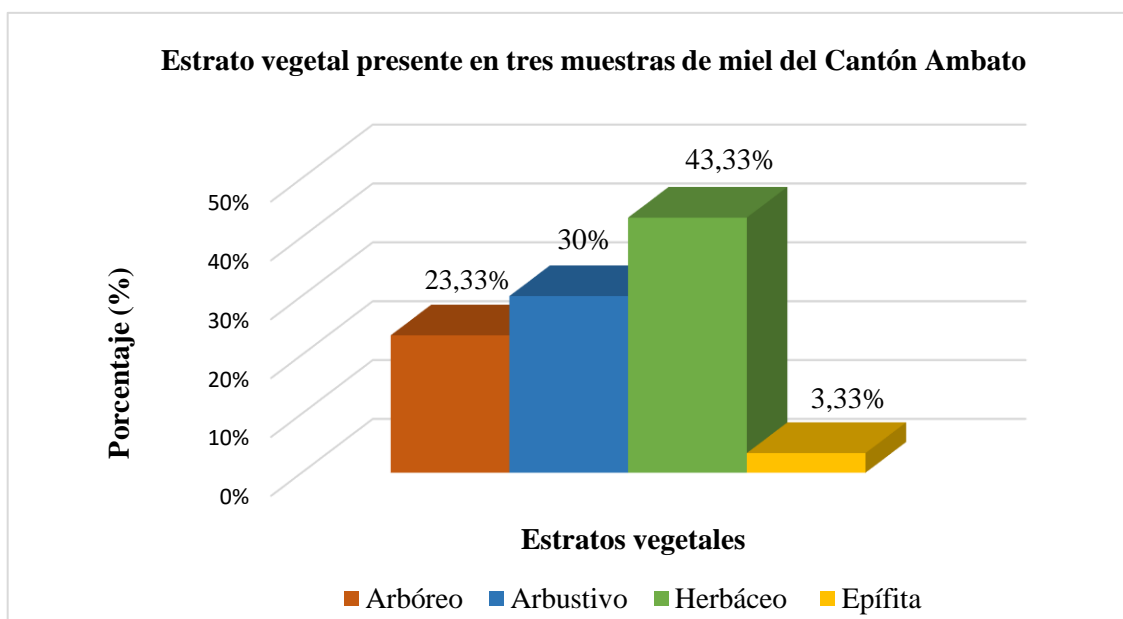
**Tabla 1-3:** Identificación de especies botánicas dentro del perfil polínico

Nº	Familia	Nombre científico	Estrato vegetal
1	Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Herbáceo
2	Asteraceae	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Herbáceo
		<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Herbáceo
		<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Arbustivo
3	Betulaceae	<i>Betula alba</i> L.	Arbóreo
4	Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.	Herbáceo
5	Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Herbáceo
		<i>Raphanus sativus</i> L.	Herbáceo
6	Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> sp.	Epífita
7	Convolvulaceae	<i>Iseia</i> sp.	Herbáceo
8	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	Arbustivo
		<i>Ricinus communis</i> L.	Arbustivo
9	Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	Arbustivo
		<i>Medicago sativa</i> L.	Arbustivo
		<i>Melilotus alba</i> Medik.	Herbáceo
		<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	Herbáceo
		<i>Trifolium repens</i> L.	Herbáceo

		<i>Vicia faba</i> L.	Herbáceo
10	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Arbustivo
11	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Arbóreo
		<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill	Arbóreo
		<i>Myrtus communis</i> L.	Arbustivo
12	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Arbóreo
13	Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Arbóreo
14	Passifloraceae	<i>Passiflora mollissima</i> (Juss.) Pers.	Arbustivo
15	Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Herbáceo
16	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Arbóreo
		<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	Arbustivo
17	Salicaceae	<i>Populus nigra</i> L.	Arbóreo
18	Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.	Herbáceo

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

En perfil polínico identificado en tres muestras de miel del Cantón Ambato, el estrato vegetal predominante corresponde al herbáceo con 43,33%, seguido del arbustivo con 30%, existiendo una representación menor del arbóreo con 23,33% y una epífita con 3,33% (Gráfico 1-3).



**Gráfico 1-3:** Porcentaje del estrato vegetal presente en tres muestras de miel del Cantón Ambato

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

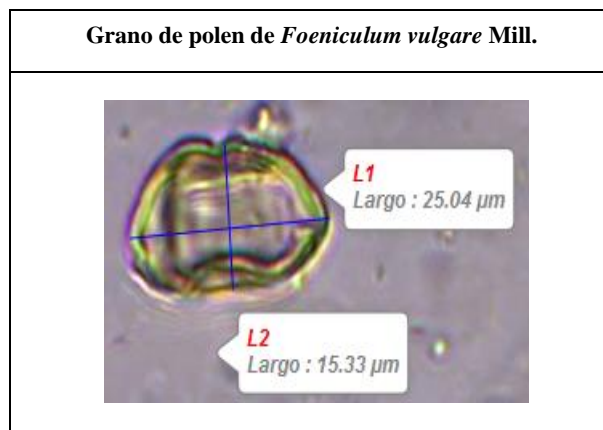
### 3.1.1. Descripción del perfil polínico

Dentro del perfil polínico se describieron 30 granos de polen acetolizados pertenecientes a 18 familias, teniendo una gran variedad de perfiles polínicos. Los parámetros descritos fueron: tamaño, polaridad, simetría, forma, ámbito, aperturas y ornamentación, mismos que caracterizan a cada familia, género o especie. En la descripción se determinaron 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.

#### 3.1.1.1. Familia Apiaceae

Para la familia Apiaceae se describió a la especie *Foeniculum vulgare*. El tamaño de grano de polen se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato, ámbito elíptico en v.e. (L1=25,04  $\mu\text{m}$ ; L2=15,33  $\mu\text{m}$ ), apertura tricolporado y ornamentación escábrida o psilada (Tabla 2-3).

**Tabla 2-3:** Perfil polínico de la familia Apiaceae



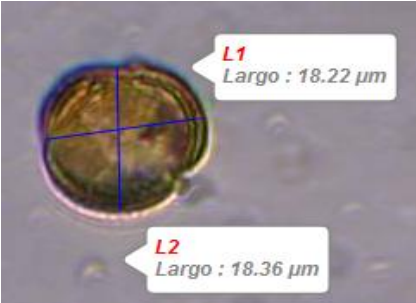
Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

#### 3.1.1.2. Familia Asteraceae

Al identificar el polen de tres especies botánicas dentro de la familia Asteraceae, se describió el perfil polínico de las especies *Artemisia absinthium* y *Artemisia vulgaris*. El tamaño de granos de polen se clasificó como pequeños en las dos especies, polaridad isopolar, simetría radial, forma circular lobado en v.e. y ámbito subtriangular en v.p. (L1=22,1  $\mu\text{m}$ ; L2=21,43  $\mu\text{m}$ ) (L1=18,22

$\mu\text{m}$ ;  $L2=18,36 \mu\text{m}$ ), apertura tricolporado y ornamentación equinada o microequinada. Ambas especies presentaron parámetros iguales, menos en las medidas de longitud. Para la especie *Baccharis latifolia*, el tamaño de grano de polen se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma oblato-esferoidal en v.e. ( $L1=32,64 \mu\text{m}$ ;  $L2=30,94 \mu\text{m}$ ), ámbito subtriangular en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación equinada (Tabla 3-3).

**Tabla 3-3:** Perfil polínico de la familia Asteraceae

<p align="center"><b>Grano de polen de <i>Artemisia absinthium</i> L.</b></p>
 <p>A micrograph showing a single pollen grain of <i>Artemisia absinthium</i>. The grain is roughly circular with a distinct tricolpate aperture. Two blue lines are drawn across the grain to indicate measurements: a vertical line labeled 'L1' and a horizontal line labeled 'L2'. Callout boxes next to the lines provide the values: L1 Largo : 22.1 <math>\mu\text{m}</math> and L2 Largo : 21.43 <math>\mu\text{m}</math>.</p>
<p align="center"><b>Grano de polen de <i>Artemisia vulgaris</i></b></p>
 <p>A micrograph showing a single pollen grain of <i>Artemisia vulgaris</i>. The grain is roughly circular with a distinct tricolpate aperture. Two blue lines are drawn across the grain to indicate measurements: a vertical line labeled 'L1' and a horizontal line labeled 'L2'. Callout boxes next to the lines provide the values: L1 Largo : 18.22 <math>\mu\text{m}</math> and L2 Largo : 18.36 <math>\mu\text{m}</math>.</p>
<p align="center"><b>Grano de polen de <i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz &amp; Pav.) Pers.</b></p>
 <p>A micrograph showing a single pollen grain of <i>Baccharis latifolia</i>. The grain is roughly circular with a distinct tricolpate aperture and a highly ornamented surface with prominent spines. Two blue lines are drawn across the grain to indicate measurements: a vertical line labeled 'L2' and a horizontal line labeled 'L1'. Callout boxes next to the lines provide the values: L2 Largo : 30.94 <math>\mu\text{m}</math> and L1 Largo : 32.64 <math>\mu\text{m}</math>.</p>

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.3. Familia Betulaceae

Al describir el polen de una especie botánica dentro de la familia Betulaceae, en el caso de la especie *Betula alba*, no se logró obtener las medidas de longitud del eje polar y ecuatorial, con referencia de varios autores, se lo clasificó como grano de polen mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma oblato-esferoidal en v.e. y ámbito subtriangular en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación escabrada (Tabla 4-3).

**Tabla 4-3:** Perfil polínico de la familia Betulaceae



Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.4. Familia Boraginaceae

Al identificar el polen de una especie botánica dentro de la familia Boraginaceae, se describió la especie *Borago officinalis*. El tamaño de grano de polen se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato-esferoidal en v.e. ( $L1=27,55 \mu\text{m}$ ;  $L2=20,06 \mu\text{m}$ ), ámbito circular en v.p. Apertura tricolpado y ornamentación microreticulada (Tabla 5-3).

**Tabla 5-3:** Perfil polínico de la familia Boraginaceae


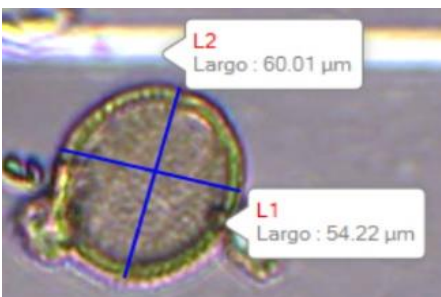


Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.5. Familia Brassicaceae

Al describir el polen de dos especies botánicas dentro de la familia Brassicaceae, ambas presentaron parámetros diferentes. La especie *Raphanus raphanistrum*, el tamaño de grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolado en v.e. y ámbito subtriangular en v.p. (L1=50,26  $\mu\text{m}$ ; L2=50,84  $\mu\text{m}$ ), apertura tricolporado y ornamentación heteroblocado, reticulado. Para la especie *Raphanus sativus*, el tamaño de grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato-esferoidal en v.e. (L1=54,22  $\mu\text{m}$ ; L2=60,01  $\mu\text{m}$ ), ámbito subtriangular en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación heteroblocado o reticulado (Tabla 6-3).

**Tabla 6-3:** Perfil polínico de la familia Brassicaceae

Grano de polen de <i>Raphanus raphanistrum</i> L
 <p>A microscopic image of a <i>Raphanus raphanistrum</i> pollen grain. The grain is roughly circular with a central aperture. Two blue lines are drawn across the grain to indicate measurements: L1 (horizontal) and L2 (vertical). Callout boxes show L1 Largo: 50.26 <math>\mu\text{m}</math> and L2 Largo: 50.84 <math>\mu\text{m}</math>.</p>
Grano de polen de <i>Raphanus sativus</i> L.
 <p>A microscopic image of a <i>Raphanus sativus</i> pollen grain. The grain is roughly circular with a central aperture. Two blue lines are drawn across the grain to indicate measurements: L1 (horizontal) and L2 (vertical). Callout boxes show L2 Largo: 60.01 <math>\mu\text{m}</math> and L1 Largo: 54.22 <math>\mu\text{m}</math>.</p>

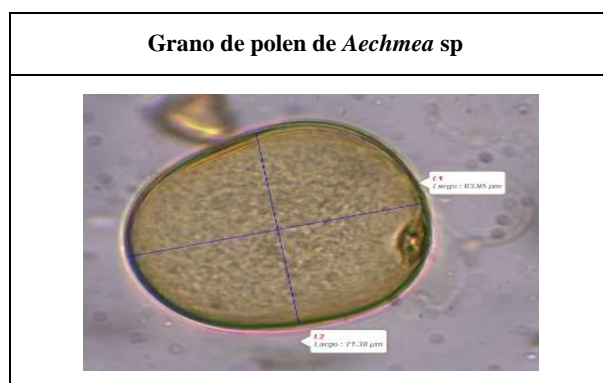
Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.



### 3.1.1.6. Familia Bromeliaceae

Para la familia Bromeliaceae se describió a nivel de género a *Aechmea* sp. El tamaño de grano de polen se clasificó como grande, polaridad heteropolar, simetría bilateral, forma suboblato a subprolato en v.e. (L1=87,85  $\mu\text{m}$ ; L2=71,38  $\mu\text{m}$ ), ámbito elíptico en v.p. Apertura inapertulado y ornamentación reticulada (Tabla 7-3).

**Tabla 7-3:** Perfil polínico de la familia Bromeliaceae

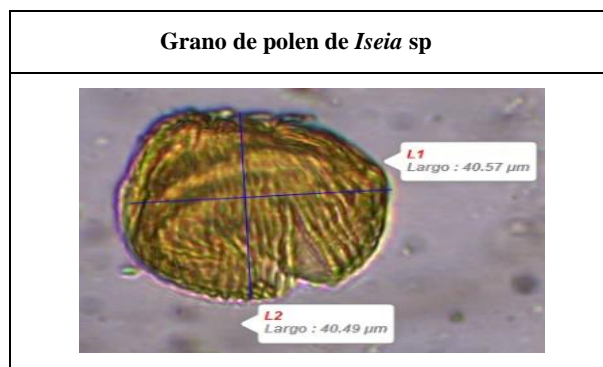


Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.7. Familia Convolvulaceae

Para la familia Convolvulaceae, se presentó la descripción polínica del género *Iseia* sp. El tamaño de grano de polen se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma suboblato en v.e. (L1=40,57  $\mu\text{m}$ ; L2=40,49  $\mu\text{m}$ ), ámbito subtriangular en v.p. Apertura inapertulado y ornamentación perforada (Tabla 8-3).

**Tabla 8-3:** Perfil polínico de la familia Convolvulaceae

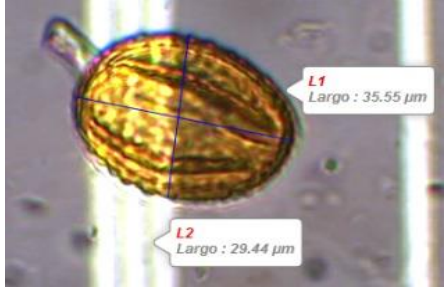



Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.8. Familia Euphorbiaceae

Se describió el perfil polínico de dos especies dentro de la familia Euphorbiaceae, ambas presentaron parámetros diferentes. Para la especie *Euphorbia pulcherrima*, el tamaño de grano de polen se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma esferoidal en v.e. (L1=35,55  $\mu\text{m}$ ; L2=29,44  $\mu\text{m}$ ), ámbito subtriangular en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación reticulada, fosulada. La especie *Ricinus communis*, el tamaño de grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma esferoidal a oblato-esferoidal en v.e. (L1= 58,1  $\mu\text{m}$ ; L2=57,05  $\mu\text{m}$ ), ámbito circular en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación reticulada (Tabla 9-3).

**Tabla 9-3:** Perfil polínico de la familia Euphorbiaceae

Grano de polen de <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.	Grano de polen de <i>Ricinus communis</i> L.
	

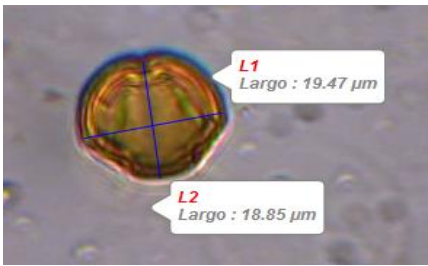



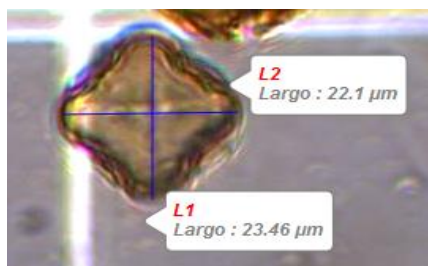
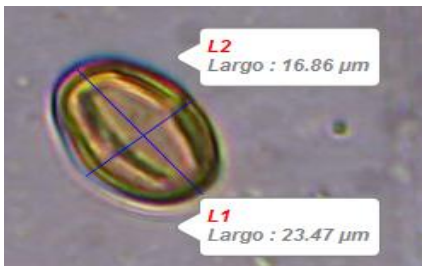
Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.9. Familia Fabaceae

Se describió el perfil polínico de cinco especies botánicas y una a nivel de género dentro de la familia Fabaceae. Para *Bauhinia* sp, el tamaño de grano de polen se clasificó como pequeño, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato en v.e. y ámbito circular en v.p. (L1= 19,47  $\mu\text{m}$ ; L2=18,85  $\mu\text{m}$ ), apertura tricolporado y ornamentación estriada, microreticulada. En cuanto a la especie *Medicago sativa*, el tamaño de grano de polen se clasificó como pequeño, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato-esferoidal en v.e. y ámbito circular en v.p. (L1=19,72  $\mu\text{m}$ ; L2=19,78  $\mu\text{m}$ ), apertura tricolporado y ornamentación microreticulada a reticulada. Para la especie *Melilotus alba*, el tamaño de grano de polen se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato en v.e. (L1=25,24  $\mu\text{m}$ ; L2=15,1  $\mu\text{m}$ ), ámbito circular en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación microreticulada. La especie *Melilotus indica*, el tamaño de grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma

subprolato en v.e. (L1=46,22  $\mu\text{m}$ ; L2=72,77  $\mu\text{m}$ ), ámbito circular en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación reticulada. La especie *Trifolium repens*, el tamaño de grano de polen se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato en v.e. y ámbito cuadrangular, subtriangular en v.p. (L1=23,46  $\mu\text{m}$ ; L2=22,1  $\mu\text{m}$ ), apertura tetracolporado, tricolporado y ornamentación microreticulada. Para la especie *Vicia faba*, el tamaño de grano de polen se clasificó como pequeño, polaridad isopolar, simetría radial, forma subprolato en v.e. (L1=23,47  $\mu\text{m}$ ; L2=16,86  $\mu\text{m}$ ), ámbito circular-lobado en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación reticulada, homobracada (Tabla 10-3).

**Tabla 10-3:** Perfil polínico de la familia Fabaceae

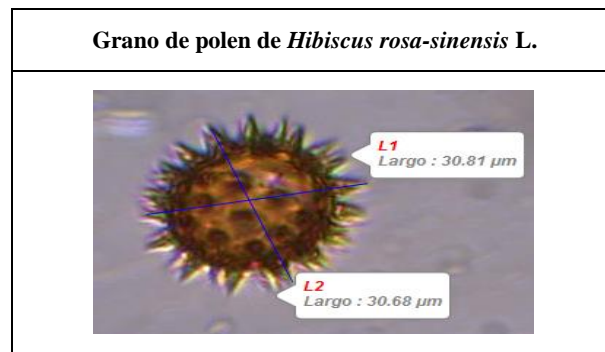
Grano de polen de <i>Bauhinia</i> sp.	Grano de polen de <i>Medicago sativa</i> L.
	
Grano de polen de <i>Melilotus alba</i> Medik.	Grano de polen de <i>Melilotus indica</i> (L.) All.
	
Grano de polen de <i>Trifolium repens</i> L.	Grano de polen de <i>Vicia faba</i> L.
	

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.10. Familia Malvaceae

Se describió el perfil polínico de una especie dentro de la familia Malvaceae. Para la especie *Hibiscus rosa-sinensis*, el tamaño de grano de polen se clasificó como mediano, polaridad isopolar, simetría radial, forma esferoidal en v.e. (L1=30,31  $\mu\text{m}$ ; L2=30,68  $\mu\text{m}$ ), ámbito subcircular en v.p. Apertura triporado y ornamentación equinada (Tabla 11-3).

**Tabla 11-3:** Perfil polínico de la familia Malvaceae

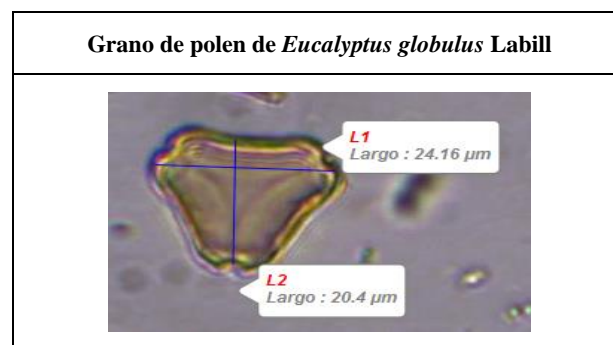


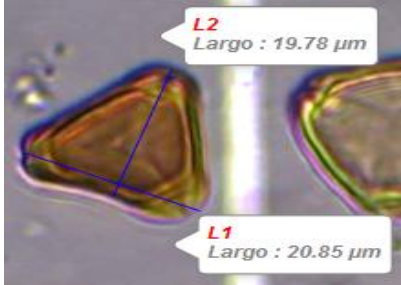
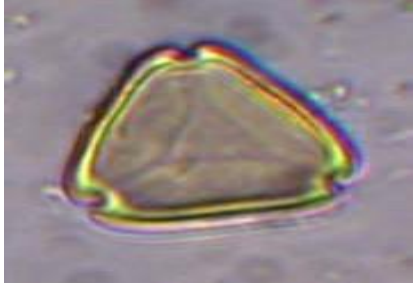
Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.11. Familia Myrtaceae

Dentro de la familia Myrtaceae, se describió el perfil polínico de tres especies botánicas *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis* y *Myrtus communis*. El tamaño de las tres especies se clasificó como grano de polen pequeño, para la tercera especie no se midió las longitudes del eje ecuatorial y polar. Las tres especies presentaron similitud de parámetros. Polaridad isopolar, simetría radial, forma oblato en v.e. y ámbito triangular en v.p. (L1=24,16  $\mu\text{m}$ ; L2=20,04  $\mu\text{m}$ ) (L1=20,85  $\mu\text{m}$ ; L2=20,85  $\mu\text{m}$ ), apertura tricolporado y ornamentación escabrado en las tres especies (Tabla 12-3).

**Tabla 12-3** Perfil polínicos de la familia Myrtaceae.



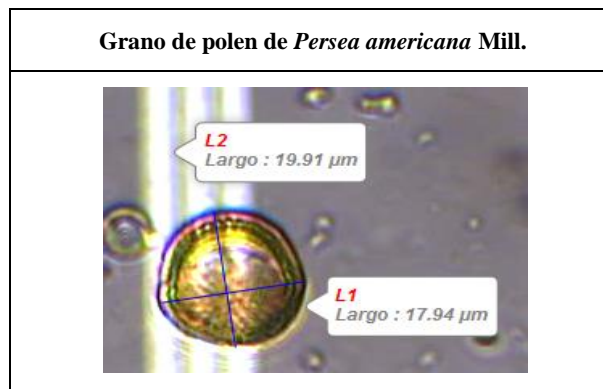
Grano de polen de <i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill.	Grano de polen de <i>Myrtus communis</i> L.
	

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.12. Familia Lauraceae

Para la familia Lauraceae se describió a la especie *Persea americana*. El tamaño de grano de polen se clasificó como pequeño, polaridad heteropolar, simetría radial, forma esferoidal en v.e. (L1=17,94 µm; L2=19,91 µm), ámbito circular en v.p. Apertura inapertulado y ornamentación micro reticulada (Tabla 13-3).

**Tabla 13-3:** Perfil polínico de la familia Lauraceae

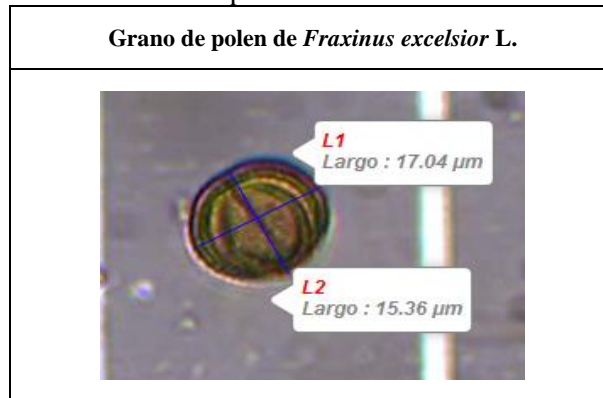


Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.13. Familia Oleaceae

Se identificó el perfil polínico de una especie dentro de la familia Oleaceae. Para la especie *Fraxinus excelsior*, el tamaño de grano de polen se clasificó como pequeño, polaridad isopolar, simetría radial, forma oblato-esferoidal en v.e. (L1=17,04 µm; L2=15,36 µm), ámbito circular cuadrangular en v.p. Apertura tricolpado y ornamentación reticulada (Tabla 14-3).

**Tabla 14-3:** Perfil polínico de la familia Oleaceae

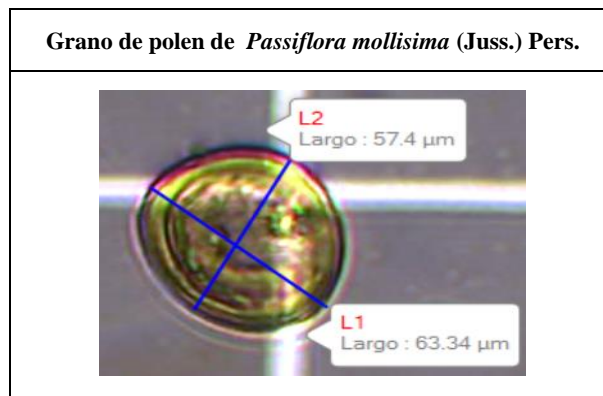


Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

#### 3.1.1.14. Familia Passifloraceae

Para la familia Passifloraceae se describió a la especie *Passiflora mollisima*. El tamaño de grano de polen se clasificó como grande, polaridad isopolar, simetría radial, forma esferoidal en v.e. (L1= 63,34 μm; L2=57,4, μm), ámbito circular en v.p. Apertura monoporado y ornamentación psilado (Tabla 15-3).

**Tabla 15-3:** Perfil polínico de la familia Passifloraceae

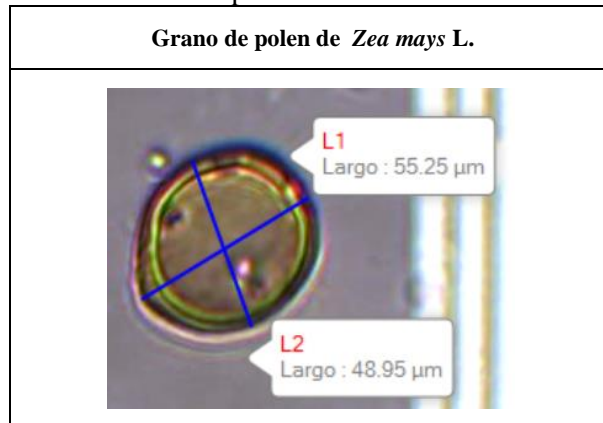


Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

#### 3.1.1.15. Familia Poaceae

Se describió el perfil polínico de una especie dentro de la familia Poaceae. Para la especie *Zea mays*, el tamaño de grano de polen se clasificó como grande, polaridad heteropolar, simetría radial, forma esferoidal en v.e. (L1=55,25 μm; L2= 48,95 μm), ámbito circular en v.p. Apertura monoporado y ornamentación psilada o escábrida (Tabla 16-3).

**Tabla 16-3:** Perfil polínico de la familia Poaceae


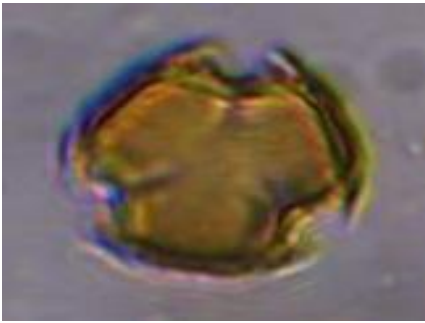


Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.16. Familia Rosaceae

Al identificar el polen de dos especies botánicas dentro de la familia Rosaceae, se describió el perfil polínico de *Prunus serótina* y *Rubus ulmifolius*. El tamaño se clasificó como un grano de polen pequeño, para la especie *Prunus serótina*, no se midió las longitudes del eje ecuatorial y polar de *Rubus ulmifolius*, con referencia de otros autores, el tamaño de grano de polen se clasificó como grande. Ambas especies presentaron las mismas características: polaridad isopolar, simetría radial, forma prolato-esferoidal a subprolato en v.e. y ámbito subtriangular en v.p. (L1=22,84  $\mu\text{m}$ ; L2=22,69  $\mu\text{m}$ ). Apertura tricolporada y ornamentación estriada o microreticulada (Tabla 17-3).

**Tabla 17-3:** Perfil polínico de la familia Rosaceae.

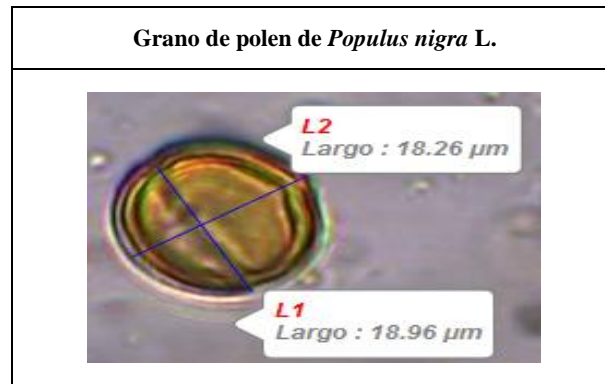
Grano de polen de <i>Prunus serótina</i> Ehrh.	Grano de polen de <i>Rubus ulmifolius</i> Schott.
	

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.17. Familia Salicaceae

Al identificar el polen de una especie botánica dentro de la familia Salicaceae, se describió el perfil polínico de la especie *Populus nigra*. El tamaño de grano de polen se clasificó como pequeño, polaridad isopolar, simetría radial, forma esferoidal en v.e. (L1= 18,96  $\mu\text{m}$ ; L2=18,26  $\mu\text{m}$ ), ámbito circular en v.p. Apertura tricolporado y ornamentación perforada (Tabla 18-3).

**Tabla 18-3:** Perfil polínico de la familia Salicaceae

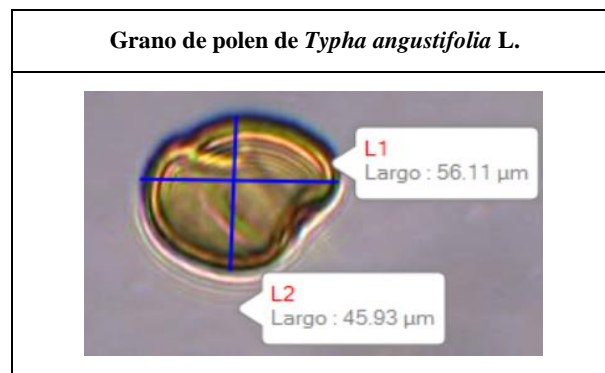


Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.1.1.18. Familia Typhaceae

Para la familia Typhaceae se describió a la especie *Typha angustifolia*, el tamaño de grano de polen se clasificó como grande, polaridad heteropolar, simetría radial, forma oblato-esferoidal en v.e. (L1= 56,11  $\mu\text{m}$ ; L2= 45,93  $\mu\text{m}$ ), ámbito no descrito, Apertura monoporado y ornamentación insulada, regulada o reticulada (Tabla 19-3).

**Tabla 19-3:** Perfil polínico de la familia Typhaceae



Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.



**3.2. Para el cumplimiento del segundo objetivo; Categorizar las mieles en estudio, de acuerdo a su origen botánico**

**3.2.1. Aplicación de pruebas de normalidad a los datos de las tres muestras de miel**

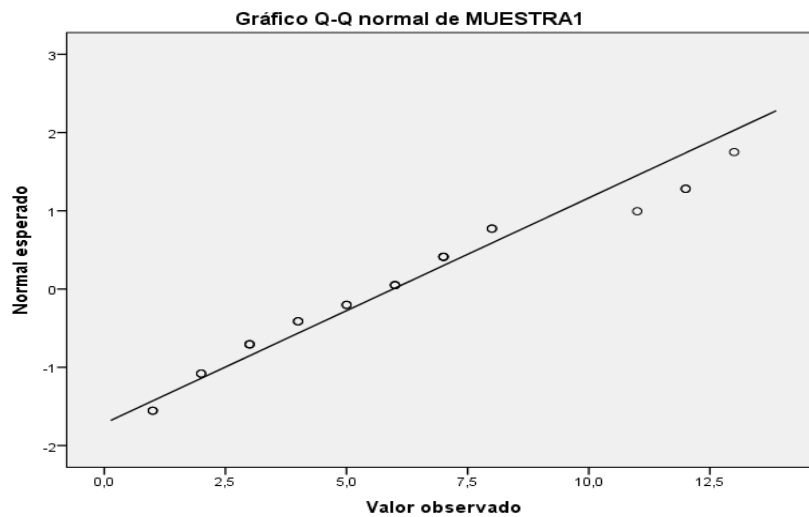
La prueba de Shapiro-Wilks, evidenció que los datos de la muestra de la Hacienda Cuesta, tienen distribución normal con un p valor 0,147; por ello se aplicó el Adeva y la prueba de Tukey al 5%, no así a los datos de las muestras de La Amistad y Santa Cruz, cuyos p valores fueron menores a 0,05, es decir, los datos no presentaron normalidad, por tanto, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Tabla 20-3).

**Tabla 20-3:** Prueba de normalidad en tres muestras de miel

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Hacienda (Muestra uno)	0,132	24	0,200*	0,938	24	0,147
La Amistad (Muestra dos)	0,306	24	0,000	0,735	24	0,000
Santa Cruz (Muestra tres)	0,189	24	0,026	0,889	24	0,013

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

En el Gráfico Q-Q normal de la Muestra uno de la Hacienda Cuesta, se distingue que los datos se ajustan a la distribución normal (Gráfico 2-3).



**Gráfico 2-3:** Gráfico Q-Q normal de Muestra 1

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

En el análisis de varianza para la Muestra uno de la Hacienda Cuesta, se encontraron diferencias altamente significativas para especies con un coeficiente de variación del 43,06% (Tabla 21-3).

**Tabla 21-3:** Análisis de Varianza para la Muestra uno de la Hacienda Cuesta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo	1585,33	12	132,11	12,12	<0,0001	**
Especies	1585,33	12	132,11	12,12		
Error	283,33	26	10,90			
Total	1868,67					
C.V.= 43,06%						

P-valor >0,05 y > 0,01 ns

P-valor <0,05 y > 0,01 \*

P-valor <0,05 y < 0,01 \*\*

**Realizado por:** Lapo Orellana, Brian, 2021.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia para la Muestra uno de la Hacienda Cuesta, se categorizaron tres grupos, en el grupo (A) se determinó a la especie con polen (S) a *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) con 27%, en el grupo (B) con polen (AI) a *Medicago sativa* (Fabaceae) con 12% y en el grupo (C) a la especie menos representativa con polen (A) a *Typha angustifolia* (Typhaceae) con 1,33% de frecuencia de polen. Esta miel fue determinada como multifloral ya que ninguna especie botánica, superó el 45% de frecuencia de polen (Tabla 22-3).

**Tabla 22-3:** Prueba de Tukey al 5% de significancia para la Muestra uno de la Hacienda Cuesta

Familia	Tipo polínico	Frecuencia de Polen (%)	Categorización	GRUPO
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	27,00	S	A
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	12,00	AI	B
Myrtaceae	<i>Myrtus communis</i> L.	10,00	AI	B C
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	9,00	AI	B C
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	7,67	AI	B C
Asteraceae	<i>Artemisia absinthium</i> L.	7,00	AI	B C
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	6,67	AI	B C
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.	6,00	AI	B C
Salicaceae	<i>Populus nigra</i> L.	4,67	AI	B C
Fabaceae	<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	4,33	AI	B C

Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2,00	A	B C
Convolvulaceae	<i>Iseia</i> sp.	2,00	A	B C
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.	1,33	A	C

**Realizado por:** Lapo Orellana, Brian, 2021

En la prueba de Kruskal Wallis para la Muestra dos de La Amistad, se categorizaron tres grupos, en el grupo (A) se determinó a la especie con polen (S) a *Trifolium repens* (Fabaceae) con 34,33%, en el grupo (AB) con polen (AI) a *Raphanus sativus* (Brassicaceae) con 13,67%, *Passiflora mollissima* (Passifloraceae) y *Melilotus alba* (Fabaceae) ambos con 11%. Por último, se clasificó en el grupo (C) a la especie menos representativa con polen (AI) a *Hibiscus rosa-sinensis* con 3,67% de frecuencia de polen. Esta miel fue determinada como multifloral ya que ninguna especie superó el 45% de frecuencia de polen (Tabla 23-3).

**Tabla 23-3:** Prueba de Kruskal Wallis para la Muestra dos de La Amistad

Familia	Tipo polínico	Frecuencia de Polen (%)	Categorización	Grupo
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	34,33	S	A
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.	13,67	AI	A B
Passifloraceae	<i>Passiflora mollissima</i> (Juss.) Pers.	11,00	AI	A B
Fabaceae	<i>Melilotus alba</i> Medik.	11,00	AI	A B
Asteraceae	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	9,67	AI	A B C
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	8,67	AI	B C
Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	7,00	AI	B C
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	3,67	AI	C

**Realizado por:** Lapo Orellana, Brian, 2021.

En el resultado de la prueba de Kruskal Wallis para la Muestra tres de Santa Cruz, se categorizaron dos grupos, en el grupo (A) se determinó a la especie con polen (D) a *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) con 47,67% y con polen (AI) a *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) con 13%. Finalmente, se clasificó en el grupo (C) a la especie menos representativa con polen (A) *Aechmea* sp (Bromeliaceae) con 1,67% de frecuencia de polen. Esta miel fue determinada como monofloral ya que la especie predominante sobrepasa  $\geq 45\%$  de frecuencia de polen (Tabla 24-3).

**Tabla 4-3:** Prueba de Kruskal Wallis para la Muestra tres de Santa Cruz

Familia	Tipo polínico	Frecuencia de Polen (%)	Categorización	Grupo
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	47,67	D	A
<u>Myrtaceae</u>	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill.	13,00	AI	A
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	6,67	AI	A B
Betulaceae	<i>Betula alba</i> L.	6,00	AI	A B C
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	5,67	AI	A B C D
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	5,00	AI	A B C D E
Fabaceae	<i>Vicia faba</i> L.	5,00	AI	A B C D E
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	3,00	AI	B C D E
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Will. ex Klotzsch.	2,33	A	C D E
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	2,00	A	D E
Convolvulaceae	<i>Iseia</i> sp.	2,00	A	D E
Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> sp.	1,67	A	E

Realizado por: Lapo Orellana, Brian, 2021.

### 3.3. Discusión

La caracterización polínica de tres muestras de miel del cantón Ambato, reporta un total de 30 especies apícolas. La familia con mayor cantidad de especies botánicas reconocidas en las tres muestras de miel corresponde a Fabaceae con 6 especies. Asimismo, se diferencia por el número de especies identificadas las familias: Asteraceae y Myrtaceae con 3, seguida por las familias; Brassicaceae, Euphorbiaceae y Rosaceae con 2 especies. Estos resultados coinciden de forma parcial a con los obtenidos para un apiario ubicado en el Cantón Cevallos, cuyo reporte indica 38 especies vegetales pertenecientes a 22 familias botánicas, siendo las más representativas: Asteraceae con 7 especies, y Rosaceae con 5. Asimismo, son similares para las familias predominantes al comparar con los resultados obtenidos para el apiario B, localizado en el Cantón Riobamba donde se registró 30 familias botánicas en las que se distingue la familia Fabaceae con 15 especies, y Asteraceae con 6. En cuanto el número de especies resulto 2.06 veces menor el número de especies identificadas al caracterizar los sistemas agroecológicos de cada apiario con la aplicación del muestreo en campo (Gualpa *et al.*, 2020: pp.46-61).

El perfil polínico identificado en tres muestras de miel del Cantón Ambato, el estrato vegetal predominante corresponde al herbáceo con 43,33%, seguido del arbustivo con 30%, existiendo una representación menor del arbóreo con 23,33% y una epífita con 3,33%. Estos resultados son similares en referencia a la caracterización de una miel de Xochimilcoal de la Porción Sur Del Valle de México, donde se determinó que el estrato herbáceo es el mejor representado con 54.64% y arbóreo con 41.83%, existiendo una participación mínima del arbustivo y una epífita (Piedras y Quiroz 2007: pp.57-75). Asimismo, en las mieles estudiadas en el estado de Morelos, México se reporta que existe un gran porcentaje de taxa, representadas por hierbas y en menor proporción árboles, arbustos y trepadoras leñosas, de tal manera se reafirma la predominancia del estrato vegetal herbáceo como el mayor representado en ambos estudios (Quiroz y Arreguín, 2008: pp. 159-173).

Para la Muestra uno de la Hacienda Cuesta, se categorizaron tres grupos, en el grupo (A) se determinó a la especie con polen (S) a *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) con 27%, en el grupo (B) con polen (AI) a *Medicago sativa* (Fabaceae) con 12% y en el grupo (C) a la especie menos representativa con polen (A) a *Typha angustifolia* (Typhaceae) con 1,33% de frecuencia de polen. Esta miel fue determinada como multifloral ya que ninguna especie botánica, superó el 45% de frecuencia de polen. Por su parte en la investigación realizada por Valencia y Velásquez (2014: pp.19-40) en la caracterización palinológica de mieles, el tipo mayormente representado en todo el conteo es *Eucalyptus* spp con 28% de representación total; comparando con nuestros resultados, se evidencia que existe una similitud en la especie *Eucalyptus globulus*, categorizada como miel multifloral ya que no hubo tipos polínicos dominantes. Asimismo, se destacan los resultados obtenidos de Basualdo *et al.* (2006: pp.5-15) donde las mieles multiflorales, se caracterizan por la asociación de polen de *Eucalyptus*, *Helianthus annuus*, *Brassicaceae* y como acompañantes tréboles, *Lotus* sp., y *Medicago* sp. Relacionando a nuestros resultados, dos especies coinciden con similitud *Eucalyptus globulus* y *Medicago sativa*, evidenciando su origen botánico.

En el resultado de la Muestra dos de La Amistad, se categorizaron tres grupos, en el grupo (A) se determinó a la especie con polen (S) *Trifolium repens* (Fabaceae) con 34,33%, en el grupo (AB) con polen (AI) a *Raphanus sativus* (Brassicaceae) con 13,67%, *Passiflora mollissima* (Passifloraceae) y *Melilotus alba* (Fabaceae) ambos con 11 %. Por último, se clasificó en el grupo (C) a la especie menos representativa con polen (AI) a *Hibiscus rosa-sinensis* con 3,67% de frecuencia de polen. Esta miel fue determinada como multifloral ya que ninguna especie superó el 45% de frecuencia de polen. De acuerdo a lo expuesto, los resultados de la Muestra dos

coinciden de forma parcial con los obtenidos, en el análisis melisopalinológico de la miel de abeja, producida en el cultivo de trébol blanco (*Trifolium repens*), donde la presencia de polen de las familias taxonómicas Solanaceae, Brassicaceae y Fabaceae, ninguno de los tipos polínicos superó el 45% (Insuasty *et al.*, 2017: pp. 74-82). Asimismo, las abejas prefieren las familias Fabaceae y Asteraceae, porque les proporcionan en la mayoría de los casos, polen y néctar. Por lo tanto, en las mieles multiflorales, no hay dominancia de una especie en particular (Espina y Ordtext, 1983).

En el caso de la Muestra tres procedente de Santa Cruz, se categorizaron dos grupos, en el grupo (A) se determinó a la especie con polen (D) a *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) con 47,67% y con polen (AI) a *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) con 13%. Finalmente, se clasificó en el grupo (C) a la especie menos representativa con polen (A) *Aechmea* sp (Bromeliaceae) con 1,67% de frecuencia de polen. Esta miel fue determinada como monofloral ya que la especie predominante sobrepasa  $\geq 45\%$  de frecuencia de polen. Estos resultados muestran predominancia de la especie *Eucalyptus globulus*, siendo menor en la muestra tres con el 22,33% en referencia al 70% de frecuencia de polen, obtenido al caracterizar las mieles de la localidad de Junín, (Provincia de Buenos Aires), que reportó mieles monofloras de eucaliptos teniendo más del 70% de frecuencia de polen. Cuatro de ellas, procedentes de la subregión de Las Sierras presentaron entre 80 y 97% de polen de este taxón (Basilio *et al.*, 2002: pp. 119-136). Cabe mencionar que una miel puede considerarse monofloral cuando el polen de una sola especie está presente como dominante (Louveaux *et al.*, 1978).

## CONCLUSIONES

Una vez concluida la investigación y luego de analizar e interpretar los resultados obtenidos se presenta las siguientes conclusiones ordenadas con los objetivos del estudio.

En la caracterización del aporte polínico de tres mieles, se aplicó el método de acetólisis con el cual, se facilitó la visualización morfológica de los granos de polen. Dado que los contenidos de polen no fueron homogéneos se procedió a realizar ensayos por duplicados. Con ellos se identificó 30 especies botánicas, distribuidas en 18 familias de las cuales 27 se determinaron a nivel de especie y 3 a nivel de género.

Dentro del perfil polínico la familia Fabaceae presentó la mayor cantidad de especies botánicas identificadas, asimismo se evidenció la predilección por parte de las abejas para ciertas especies melíferas de las familias Asteraceae, Brassicaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae y Rosaceae. Con el mayor aporte polínico de las especies *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Medicago sativa*, *Passiflora mollissima*, *Raphanus sativus* y *Trifolium repens*, siendo las más importantes en las tres muestras de miel por presentar porcentajes mayores al 10 % de frecuencia de polen, ya que para *Apis mellifera*, se demuestra que estas especies vegetales son fuentes importantes de polen o néctar.

En la descripción del perfil polínico el grano de polen de mayor tamaño presentó el género *Aechmea* sp. La polaridad y simetría predominantes fueron (isopolar y radial) respectivamente; la forma y ámbito (esferoidal y circular) por último; la apertura y ornamentación (tricolporado y microreticulado).

En el origen botánico las especies categorizadas como polen secundario de la Hacienda Cuesta y La Amistad son: *Eucalyptus globulus* y *Trifolium repens*, con un porcentaje <45% tipificándose como miel multifloral. Por lo contrario, la especie con polen dominante en la miel de Santa Cruz, mostró a *Eucalyptus globulus* que presentó la mejor categorización con un porcentaje del 47,67% de frecuencia de polen, determinándose como miel monofloral. Las especies identificadas en estas tres mieles coinciden con la vegetación observada en el área de estudio.

## **RECOMENDACIONES**

Ampliar el estudio de caracterización polínica en mieles, cosechadas en diferentes regiones y épocas del año, la cual permita evidenciar la preferencia floral que tienen las abejas hacia las plantas melíferas, entre periodos de floración distintos.

Crear una palinoteca de plantas con potencial melífero de la zona centro de Ecuador que facilite la identificación taxonómica de granos de polen, al disponer de un respaldo de información para utilizar en futuros trabajos de investigación melisopalinológicos y palinológicos.

Aplicar la técnica corrosiva de acetólisis con modificaciones en muestras de miel por duplicados o triplicados, evitando errores de pérdida de sedimento polínico, este método ayudará a la descripción de las características morfológicas de cada grano de polen.

Emplear una interpretación correcta del origen botánico, para ello es necesario tener en cuenta el número absoluto de los granos de polen y la categorización de frecuencias, obtenidas en el análisis cuantitativo y cualitativo del polen.



## GLOSARIO

**Acetólisis:** La acetólisis es una de las técnicas de estudio de polen que consiste en purificar las muestras limpiando las capas de los granos de restos vegetales cuyo componente vegetal es la celulosa. En palinología es considerado el método más exacto para el estudio y clasificación de polen (Sáenz, 1978).

**Áfidos:** Los áfidos son insectos polívoros succívoros y se alimentan de una importante cantidad de cultivos. Los daños son de importancia económica y pueden ser letales para las plantas, ya que los áfidos están adaptados para transmitir diferentes virus cuando chupan la savia (Simbaqueba, 2014: pp. 222-246).

**Buche melario:** En las abejas recibe el nombre específico de buche melario. Cuando éste se llena de alimento sus paredes se expanden rítmicamente haciendo que su contenido (polen, néctar, elementos sólidos), se mezcle (Llorente, 2008).

**Bilateral:** Se aplica al grano de polen o a la espora con un único plano principal de simetría (Sáenz, 2004: p.102).

**Cara:** Parte de la superficie de un grano de polen o espora. Cara distal: entre el ecuador y el polo distal. Cara proximal: entre el ecuador y el polo proximal (Sáenz, 2004: p.102).

**Celulosa:** La celulosa es la principal componente de las paredes celulares de los árboles y otras plantas. Es una fibra vegetal que al ser observada en el microscopio es similar a un cabello humano, cuya longitud y espesor varía según el tipo de árbol o planta (Cruz, 2014).

**Esporas:** Cuerpo infectante altamente resistente producido por un microorganismo (Dini y Bedascarrasbure, 2011a: p.149).

**Heteropolar:** Se aplica al grano de polen o espora cuyas caras distal y proximal son diferentes entre sí (Sáenz, 2004: p.105).

**Isopolar:** Se aplica al grano de polen o a la espora en cuyas caras polar y proximal no hay diferencias (Sáenz, 2004: p.106).

**Melisopalinología:** La melisopalinología es la ciencia que estudia el origen de la miel, botánico y geográfico, y sus propiedades a partir del análisis del polen. Nos muestra la relación que existe entre la vegetación alrededor del colmenar y el polen que contiene la miel, y nos permite identificar posibles adulteraciones o fraudes con el fin de corregir o mejorar la miel reemplazando o eliminando ciertos tipos de flores (Lendínez, 2017: p.8).

**Mielada o mielatos:** Los mielatos, son los líquidos azucarados que las abejas recolectan en las hojas de diversos árboles y arbustos: abeto, alerce, picea, pino, cedro, arce, encina, tilo, aladierna, etc., e incluso en los cereales, o sobre el maíz (Jean Prost y Medori 2007: p.207).

**Palinología:** Parte de la botánica dedicada al estudio del polen. En sentido amplio, también al de las esporas (Font, 1982: p.791).

**Pectina:** Las pectinas son polisacáridos de origen vegetal presentes en las paredes celulares de todas las plantas (Girbes y Jiménez, 2013).

**Percoreadora:** Abeja obrera que colecta néctar de las flores, transporta en su buche activando la enzima invertasa, iniciando proceso químico de reducción de la sacarosa en fructosa y glucosa (Del Hoyo, 2009: p.6).

**Radiosimétrica:** Se aplica al grano de polen y a la espora con más de dos planos verticales de simetría y en el caso de ser sólo dos los planos, siempre con los ejes ecuatoriales de igual longitud (Sáenz, 2004: p.109).

**Trofalaxia:** Intercambio de alimento entre dos abejas (Dini y Bedascarrasbure, 2011b: p.146).

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUADO, Luis; et al.** *Guía de campo de los polinizadores de España*. Madrid-España: Mundi Prensa, 2015, pp. 10-11. [Consulta: 28 noviembre 2020]. Disponible en:

[https://books.google.com.ec/books/about/Gu%C3%ADa\\_de\\_campo\\_de\\_los\\_polinizadores\\_de\\_E.html?id=6UexCQAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Gu%C3%ADa_de_campo_de_los_polinizadores_de_E.html?id=6UexCQAAQBAJ&redir_esc=y)

**ANDRADA, A.** “Flora utilizada por *Apis mellifera* en el sur del Caldenal (Provincia Fitogeográfica del Espinal), Argentina”. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* [en línea], 2003, (Argentina) 5(2), pp. 329-336. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en: <http://revista.macn.gov.ar/ojs/index.php/RevMus/article/view/63/56>

**BÁEZ, P.** Análisis fisiológico y morfológico de los granos de polen en cuatro especies del género *Nothofagus*. (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias, Lic. Ciencias Biológicas. Valdivia. 1998. P. 172. [Consulta: 2020-12-02].

**BASILIO, Alicia M; et al.** “Caracterización del contenido polínico de las mieles de la localidad de Junín, (Provincia de Buenos Aires) a lo largo de la temporada de producción, y durante la maduración”. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* [en línea], 2002, vol. 31, no 3, pp. 119-136. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/864/86431309.pdf>

**BASUALDO, Marina.; PEREDA, A.; & BEDASCARRASBURE, E.** “Caracterización botánica y geográfica de mieles de la cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina”. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* [en línea], 2006, (Argentina) vol. 35, no 1, pp. 5-14. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/864/86435101.pdf>

**BELMONTE, J; & ROURE, M.** *Polinosis: polen y alergia* [en línea]. Introducción. In: Valero, A. L. y A. Cadahía (eds.). Barcelona-España: MRA Ediciones S.L., 2002. [Consulta: 28 noviembre 2020]. Disponible en: [https://lap.uab.cat/aerobiologia/general/pdf/books/2002\\_Polinosis.Polen\\_y\\_alergia.pdf](https://lap.uab.cat/aerobiologia/general/pdf/books/2002_Polinosis.Polen_y_alergia.pdf)

**BHATTACHARYA, Kashinath; et al.** *A textbook of Palynology*. London: New Central Book

Agency (P) Ltd, 2006, P. 352. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**CÁRDENAS CHÁVEZ, S.** Caracterización del ciclo apícola y flora nectarífera y polínifera, en la Chontalpa, Tabasco, México. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. D.F. 1985. [Consulta: 05 abril 2021].

**CHILE INN, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.** Norma Chilena. Miel de Abejas. Extracción de muestras y métodos de ensayo. NCh 617 E Of.68 Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile. 1968. [Consultado: 03 diciembre 2020].

**CHILE INN, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.** Norma Chilena. Miel de Abejas-Denominación de origen botánico mediante ensayo melisopolinológico. NCh 2981 Of.2005. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile. 2005. [Consulta: 03 diciembre 2020].

**CONSEJO NACIONAL.** 0913-2004-CU-P. 2004. [Consulta: 05 diciembre 2020].

**CRUZ ESTRADA, Carolina.** Celulosa [En línea]. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, 2014. [Consulta: 2020-12-04]. Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Celulosa\\_27101.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Celulosa_27101.pdf)

**D'ANTONI, Héctor.** *Arqueoecología: Sistemática y Caótica*. Madrid: Editorial CSIC, 2008. [Consulta: 03 diciembre 2020].

**DA SILVA, C. I; et al.** *Atlas of pollen and plants used by bees* [en línea]. 2020. [Consulta: 03 diciembre 2020]. Disponible en: <https://rcpol.org.br/wp-content/uploads/2020/08/atlas-of-pollen-and-plants-used-by-bees.pdf>

**DINI, C. B; & BEDASCARRASBURE, E. L.** *Manual de apicultura para ambientes subtropicales: Una propuesta de la Red de Escuelas del Noroeste Argentino (NOA)* [en línea]. Tucumán-Argentina: Ediciones INTA, 2011. PP. 146-149. [Consulta: 04 diciembre 2020]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-manual\\_apicultura\\_reglon\\_47-2.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-manual_apicultura_reglon_47-2.pdf)

**ELVIRA Belén; et al.** *Aerobiología y polinosis*. Alergomurcia-Murcia: Pólenes Alergéricos y

polinosis en la región de Murcia, 2013. [Consulta: 03 diciembre 2020].

**ERDTMAN, G.** *Pollen morphology and plant taxonomy*. Angiosperms. Almqvist and Wiskell. Stockholm, Sweden, 1952. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**ESAU, K.** *Anatomía de las plantas con semilla*. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 1982. [Consulta: 2 diciembre 2020].

**ESPINA, D; & ORDETX, G.** *Flora apícola tropical*. Primera edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1983, P. 406. [Consulta: 25 febrero 2021].

**EYER, M.; NEUMANN, P.; & DIETEMANN, V.** “A Look into the Cell: Honey Storage in Honey Bees, *Apis mellifera*”. *PLoS ONE* [en línea], 2016, (United States of America) 11(8). pp. 1-20. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0161059>

**FAEGRI, K; et al.** *A textbook of Pollen Analysis*. 4th edition. New Jersey: The Blackburn Press, 1989. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**FAO-WHO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS / HEALTH WORLD ORGANIZATION (FAO/WHO).** *Codex Alimentarius*. Texto abreviado. Roma-Italia, 2001. [Consulta 10 octubre 2020].

**FARICELLI, M.; et al.** “Análisis palinológico de las especies melitófilas de la familia Fabaceae del centro de la Argentina”. *Revista FAVE. Ciencias Agrarias*, v.3, n.1-2, 2004. pp. 13-23. [Consulta: 25 febrero 2021].

**FONT QUER, P.** Diccionario de Botánica. Editorial Labor [en línea]. Barcelona, 1982, P. 791. [Consulta 05 febrero 2021]. Disponible en: [https://www.academia.edu/36384459/FontQuer\\_DiccionariodeBotanica](https://www.academia.edu/36384459/FontQuer_DiccionariodeBotanica)

**FERNÁNDEZ, I.; & DÍEZ, M.** “Algunas consideraciones sobre terminología palinológica. I, polaridad y simetría”. *Lagascalia* [en línea], 1990, (España) 16 (1), pp. 51-60. [Consulta: 02

diciembre 2020]. Disponible en: [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/11618/file\\_1.pdf?sequence=1](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/11618/file_1.pdf?sequence=1)

**GABARAYEVA, Nina.** “Sporoderm development in *Liriodendron chinense* (Magnoliaceae): a probable role of the endoplasmic reticulum”. *Nordic Journal of Botany*, 1996, 16(3), pp. 307-323. [Consulta: 03 diciembre 2020].

**GARCÍA PÉREZ, R.** Estudio palinológico y colorimétrico de mieles monoflorales de la Región de Murcia [En línea] (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Producción Agraria. Región de Murcia. Cartagena, Colombia. 2003. pp. 45-46. [Consulta: 2020-11-26]. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/49>

**GIRBES, T; & JIMÉNEZ, P.** *Tema 2. Polisacáridos* [en línea]. Alojamiento de la Universidad de Valladolid, 2013. [Consulta: 04 diciembre 2020]. Disponible en: <https://alojamientos.uva.es/guia> <https://alojamientos.uva.es/guia> [https://alojamientos.uva.es/guia\\_docente/uploads/2013/470/45820/1/Documento42.pdf](https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/470/45820/1/Documento42.pdf)

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPALIDAD DE AMBATO.** *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial* [en línea] 2015. P. 5. [Consulta: 03 diciembre 2020]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1860000210001\\_Plan%20de%20Desarrollo%20y%20Ordenamiento%20Territorial%20del%20cant%C3%B3n%20Ambato%202015-04-2016%20unido\\_15-04-2016\\_12-06-36.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1860000210001_Plan%20de%20Desarrollo%20y%20Ordenamiento%20Territorial%20del%20cant%C3%B3n%20Ambato%202015-04-2016%20unido_15-04-2016_12-06-36.pdf)

**GUALLPA, M., GUILCAPI, E.; & ESPINOZA, A.** “Flora apícola de la zona estepa espinosa Montano Bajo, en la Estación Experimental Tunshi, Riobamba, Ecuador”. *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2019, 5 (2), pp.71-93. [Consulta: 03 diciembre 2020]. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/890/html>

**GUALLPA CALVA, M; et al.** “Potencial melífero de dos apiarios ubicados en los cantones Cevallos y Riobamba, Zona 3 interandina, Ecuador”. *ConcienciaDigital*, 2020, 3(4.1), pp.46-61. [Consulta: 03 diciembre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i4.1.1469>.

**HERRERA, L; & URREGO, L.** *Atlas de Polen de Plantas útiles y cultivadas de la Amazonía Colombiana.* (Estudio de la Amazonía Colombiana. Tomo XI). Bogotá: Tropenbos Colombia-Fundación Erigaie, 1996. [Consulta: 03 diciembre 2020].

**HESSE, R; et al.** *Pollen terminology An illustrated handbook.* Austria: Springer-Verlag/Wien. 2009. [Consulta: 03 diciembre 2020].

**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA.** *Anuario meteorológico № 53-2013* [en línea] 2017. P. 89. [Consulta: 03 diciembre 2020]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1BEYmGnfVCXZmb9m6IAcCmMJwXx3zSqDN/view>

**INSUASTY SANTACRUZ E., MARTÍNEZ BENAVIDES J; & JURADO GÁMEZ H.** Determinación melisopalínológica de miel de abejas *Apis mellifera* producida con flora de clima frío, principalmente *Trifolium repens* L. *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)* [en línea], 2017, 11(1), pp. 74 - 82. [Consulta: 03 diciembre 2020]. Disponible en: <http://190.15.17.25/vetzootec/downloads/v11n1a06.pdf>

**IRURUETA, M; & SÁNCHEZ, J.** Contenido polínico de algunas mieles argentinas. Departamento de Botánica Facultad de Biología, Universidad de Salamanca, (España). 2001. [Consulta: 2020.12-03].

**JARAMILLO, P; & TRIGO, M.** *Guía rápida de polen de las islas Galápagos.* Fundación Charles Darwin-Parque Nacional Galápagos-Universidad de Málaga. Ecuador. 2011, P. 206. [Consulta: 03 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.darwinfoundation.org/en/publications/identification-guides/guia-rapida-de-polen-de-las-islas-galapagos>

**JEAN PROST, P; & MEDORI, P.** *Apicultura: Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena.* [en línea]. Madrid-España: Mundi-Prensa, 2007. P.207. [Consulta: 03 diciembre 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=NRnVIm\\_rp6kC&pg=PA207&lpg=PA207&dq=Los+mielatos,+son+los+líquidos+azucarados+que+las+abejas+recolectan+en+las+hojas+de+diversos+árboles+y+arbustos,&source=bl&ots=WuWRBrUTIC&sig=ACfU3U1wUWzCwKz51vWpQsPThvf69Iag&hl=es-](https://books.google.com.ec/books?id=NRnVIm_rp6kC&pg=PA207&lpg=PA207&dq=Los+mielatos,+son+los+líquidos+azucarados+que+las+abejas+recolectan+en+las+hojas+de+diversos+árboles+y+arbustos,&source=bl&ots=WuWRBrUTIC&sig=ACfU3U1wUWzCwKz51vWpQsPThvf69Iag&hl=es-).

**KAPP'S, R; et al.** *Pollen and Spore*. 2ª ed. Texas: AASP Foundation, 2000. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**KLEINERT, G.; & IMPERATRIZ, F.** “Aspects of the trophic niche of *Melipona marginata marginata* Lepelletier (Apidae, Meliponinae)”. *Apidologie* [en línea], 1987, vol. 18, no 1, pp. 69-100. [Consulta: 05 enero 2021]. Disponible en:  
[https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/1987/01/Apidologie\\_0044-8435\\_1987\\_18\\_1\\_ART0007.pdf](https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/1987/01/Apidologie_0044-8435_1987_18_1_ART0007.pdf)

**LENDÍNEZ CONTRERAS, Sandra.** Valoración de la productividad y origen floral de una explotación apícola en las sierras de Jaén [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Jaén, Facultad de Ciencias Experimentales, Ciencias Ambientales. Andalucía, España. 2017. pp. 11-12. [Consulta: 2020-11-28]. Disponible en:  
[http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/6441/1/TFG\\_Lendinez\\_Contreras\\_Sandra.pdf](http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/6441/1/TFG_Lendinez_Contreras_Sandra.pdf)

**LLORENTE, Jesús.** *Anatomía interna de las abejas* [blog]. 2008. [Consulta: 04 diciembre 2020]. Disponible en: <https://abejas.org/anatomia-interna-de-las-abejas/>

**LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; & VORWOHL, G.** “Methods of Melisopalynology”. *Bee World*, 51(3), 1970, pp. 125-138. [Consulta: 11 diciembre 2020].

**LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; & VORWOHL, G.** “Methods of Melissopalynology”. *Bee World*, 59 (4), 1978, pp. 139-157. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR.** Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. 2013. P. 26. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en:  
<http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

**MUNIATEGUI, S.; et al.** “New method for routine pollen analysis of bee-collected pollen”. *American bee journal*, 1993 (United State of America) 133(3), pp. 213-215. [Consulta: 01 diciembre 2020].

**ORTIZ VALBUENA, 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. 38-42. [Consulta: 2020-11-28]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/3703/1/T18193.pdf>

**PERSANO ODDO, L; et al.** *I mieli regionali italiani: Caratterizzazione melissopalinoologica*. Roma-Italia: Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, 2007. [Consulta: 2 diciembre 2020].

**PIANA, Giulio; et al.** *La miel: Alimento de conservación natural: origen, recolección y comercialización*. 1ª ed. Madrid-España, 1989. [Consulta: 29 noviembre 2020].

**PIEDRAS GUTIÉRREZ, Berenice.; & QUIROZ GARCÍA, David Leonor.** “Estudio melisopalinoológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México”. *Polibotánica*, 2007, no 23, pp. 57-75. [Consulta: 05 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n23/1405-2768-polib-23-57.pdf>

**PINILLA GALLEGO, M.; & NATES PARRA, G.** “Diversidad de visitantes y aproximación al uso de nidos trampa para *Xylacopa* (Hymenoptera: Apidae) en una zona productora de pasiflora en Colombia”. *Actualidades Biológicas*, 37(103), 2015, pp. 143-153. [Consulta: 05 febrero 2021].

**QUIROZ GARCÍA, David Leonor; & ARREGUÍN SÁNCHEZ, María de la Luz.** “Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Morelos, México”. *Polibotánica* [en línea], 2008, no 26, pp. 159-173. [Consultado: 05 febrero 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682008000200009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682008000200009)

**RAMÍREZ, Elia; et al.** “Botanical characterization of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen análisis”. *Grana*, 2011, Vol. 50, no 1, pp. 40-54. [Consulta 05 febrero 2021].

**RODRIGUEZ DE LA CRUZ, D; et al.** Estudio aeropalinoológico de la ciudad de Salamanca durante el año 2000. (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Salamanca, Facultad de Biología, Lic. Biología. (Salamanca-España). 2003. P. 124. [Consulta: 2020-11-09].

**ROUBIK, D.** *Pollen and Spores of Barro Colorado Island*. 2003. [Consulta: 4 diciembre 2020].  
Disponible en: <http://striweb.si.edu/roubik/>. [Consulta: 18 diciembre 2020].

**SÁENZ, C.** *Polen y esporas: Introducción a la palinología y vocabulario palinológico*. Madrid-España: Edit. H. Blume Ediciones, 1978. P.219. [Consulta: 01 diciembre 2020].

**SÁENZ, C.** “Glosario de términos palinológicos”. *Lazaroa* [en línea], 2004, vol. 25, pp. 93-112. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/27593333\\_Glosario\\_de\\_terminos\\_palinologicos](https://www.researchgate.net/publication/27593333_Glosario_de_terminos_palinologicos)

**SÁNCHEZ, C.** *Crianza y Producción de Abejas. Apicultura*. Lima 36-Peru: Colección Granja y Negocio, 2003. P. 135. [Consulta: 05 noviembre 2020].

**SAWYER, Rex; & PICKARD, Robert Stewart.** *Honey identification*. Cardiff Academic, 1988. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**SIMBAQUEBA, Ronald.; et al.** “Curaduría, morfología e identificación de áfidos (Hemiptera: Aphididae) del Museo Entomológico UNAB. Primera aproximación”. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas* [en línea], 2014, (Colombia) 18(1), pp. 222-246. [Consulta: 03 diciembre 2020].  
Disponible en: [http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Boletin \(18\)1\\_17.pdf](http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Boletin%20(18)1_17.pdf)

**SOCORRO, O., & ESPINAR, M.** *Estudio del polen con interés en apicultura*. Granada-España: Editorial Comares, 1998, P.302. [Consulta: 05 noviembre 2020].

**STRASBURGER, Eduard; et al.** *Tratado de Botánica*. 7ª ed. Barcelona-España: Ediciones Omega, 1992. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**TELLERIA, I. & SARASOLA, M.** *Análisis de polen corbicular recolectado durante los años 2002 y 2003 en los colmenares de estudio eco-etológico de oñati y goizueta. Navarra* [en línea]. Asociación de Apicultores de Gipuzkoa (G.E.E.), 2002. P. 9. [Consulta: 01 diciembre 2020].  
Disponible en:  
<https://www.yumpu.com/es/document/view/17580613/analisis-de-polen-corbicular>

**TRAVERSE, A.** *Paleopalynology*. Boston: Unwin Hyman, 1988. [Consulta: 3 diciembre 2020].

**VALENCIA, L. O.; & VELÁSQUEZ, C. A.** “Caracterización palinológica de mieles del apiario del Laboratorio de Investigaciones Melitológicas y Apícolas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín”. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín* [en línea], 2014, 3 (1), pp.19-40. [Consultado: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rfc/article/view/49302>

**VELANDIA, Marmel; et al.** *Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar* [en línea]. Bogotá-Colombia: Instituto Humboldt, 2012. p.12. [Consulta: 01 diciembre 2020].

**VON DER OHE, Werner; et al.** “Harmonized methods of melissopalynology”. *Apidologie* [en línea], 2004, (France) 35(1), pp. 18-25. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/2004/06/MHS07.pdf>

**WILSON, E.O.** Communication: Recruitment. *En: The Insect Societies*. Belknap Press, Harvard University Press, 1971, P. 247. [Consulta: 1 diciembre 2020].

**ROUBIK, D.** *Pollen and Spores of Barro Colorado Island*. 2003. [Consulta: 4 diciembre 2020]. Disponible en: <http://striweb.si.edu/roubik/>. [Consulta: 18 diciembre 2020].

**SÁENZ, C.** *Polen y esporas: Introducción a la palinología y vocabulario palinológico*. Madrid-España: Edit. H. Blume Ediciones, 1978. P.219. [Consulta: 01 diciembre 2020].

**SÁENZ, C.** “Glosario de términos palinológicos”. *Lazaroa* [en línea], 2004, vol. 25, pp. 93-112. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/275933333\\_Glosario\\_de\\_terminos\\_palinologicos](https://www.researchgate.net/publication/275933333_Glosario_de_terminos_palinologicos)

**SÁNCHEZ, C.** *Crianza y Producción de Abejas. Apicultura*. Lima 36-Peru: Colección Granja y Negocio, 2003. P. 135. [Consulta: 05 noviembre 2020].

**SAWYER, Rex; & PICKARD, Robert Stewart.** *Honey identification*. Cardiff Academic, 1988. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**SIMBAQUEBA, Ronald.; et al.** “Curaduría, morfología e identificación de áfidos (Hemiptera:

Aphididae) del Museo Entomológico UNAB. Primera aproximación”. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas* [en línea], 2014, (Colombia) 18(1), pp. 222-246. [Consulta: 03 diciembre 2020].  
Disponible en:

[http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Boletin\(18\)1\\_17.pdf](http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Boletin(18)1_17.pdf)

**SOCORRO, O., & ESPINAR, M.** *Estudio del polen con interés en apicultura*. Granada-España: Editorial Comares, 1998, P.302. [Consulta: 05 noviembre 2020].

**STRASBURGER, Eduard; & et al.** *Tratado de Botánica*. 7ª ed. Barcelona-España: Ediciones Omega, 1992. [Consulta: 02 diciembre 2020].

**TELLERIA, I. & SARASOLA, M.** *Análisis de polen corbicular recolectado durante los años 2002 y 2003 en los colmenares de estudio eco-etológico de oñati y goizueta*. Navarra [en línea]. Asociación de Apicultores de Gipuzkoa (G.E.E.), 2002. P. 9. [Consulta: 01 diciembre 2020].

Disponible en:

<https://www.yumpu.com/es/document/view/17580613/analisis-de-polen-corbicular>

**TRAVERSE, A.** *Paleopalynology*. Boston: Unwin Hyman, 1988. [Consulta: 3 diciembre 2020].

**VALENCIA, L. O.; & VELÁSQUEZ, C. A.** “Caracterización palinológica de mieles del apiario del Laboratorio de Investigaciones Melitológicas y Apícolas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín”. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín* [en línea], 2014, 3 (1), pp. 19-40. [Consultado: 11 noviembre 2020]. Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rfc/article/view/49302>

**VELANDIA, Marmel; et al.** *Catálogo fotoFigura de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar* [en línea]. Bogotá-Colombia: Instituto Humboldt, 2012. P. 12. [Consulta: 01 diciembre 2020].

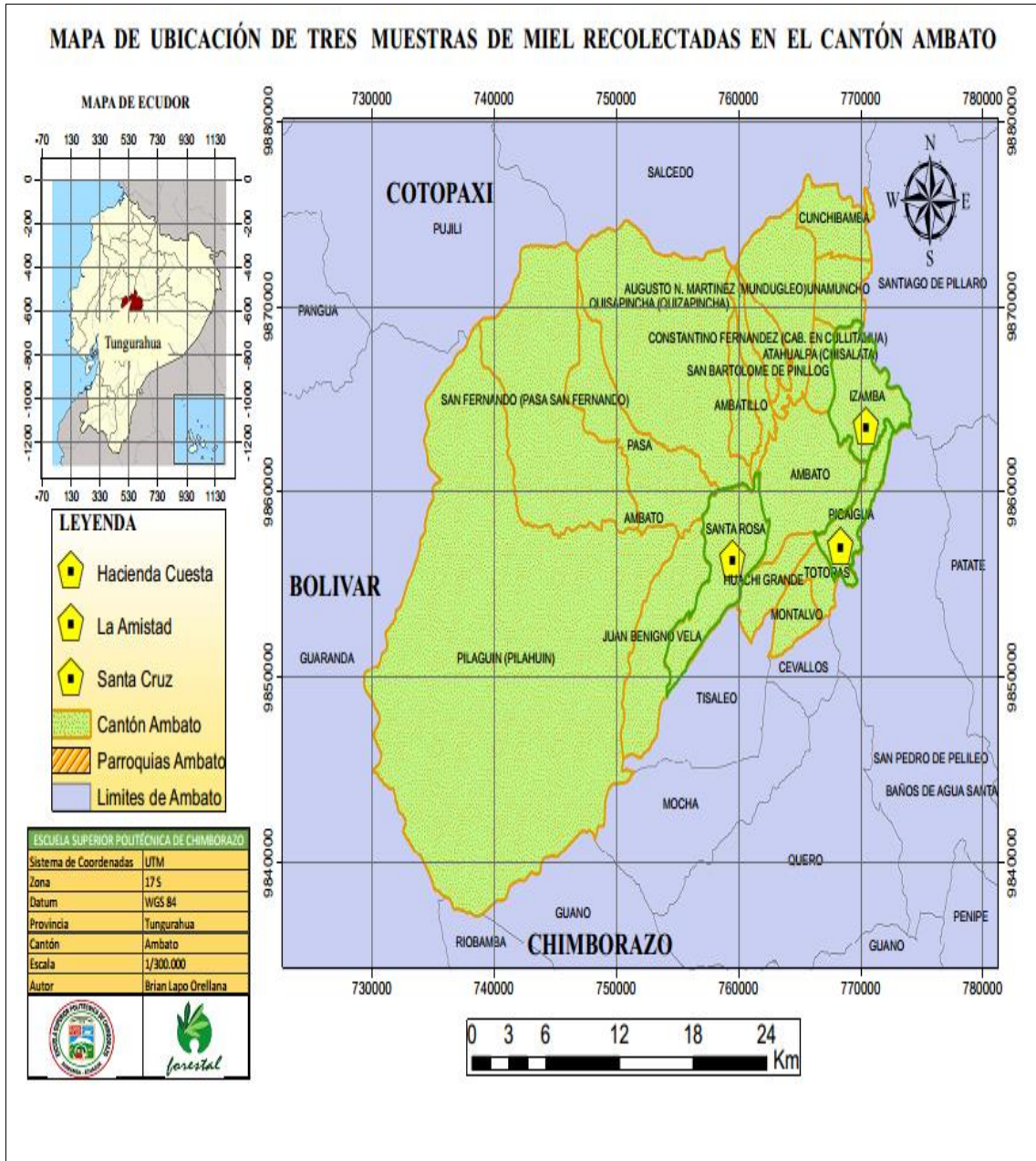
**VON DER OHE, Werner.; et al.** “Harmonized methods of melissopalynology”. *Apidologie* [en línea], 2004, (France) 35(1), pp. 18-25. [Consulta: 01 diciembre 2020]. Disponible en:

<https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/2004/06/MHS07.pdf>

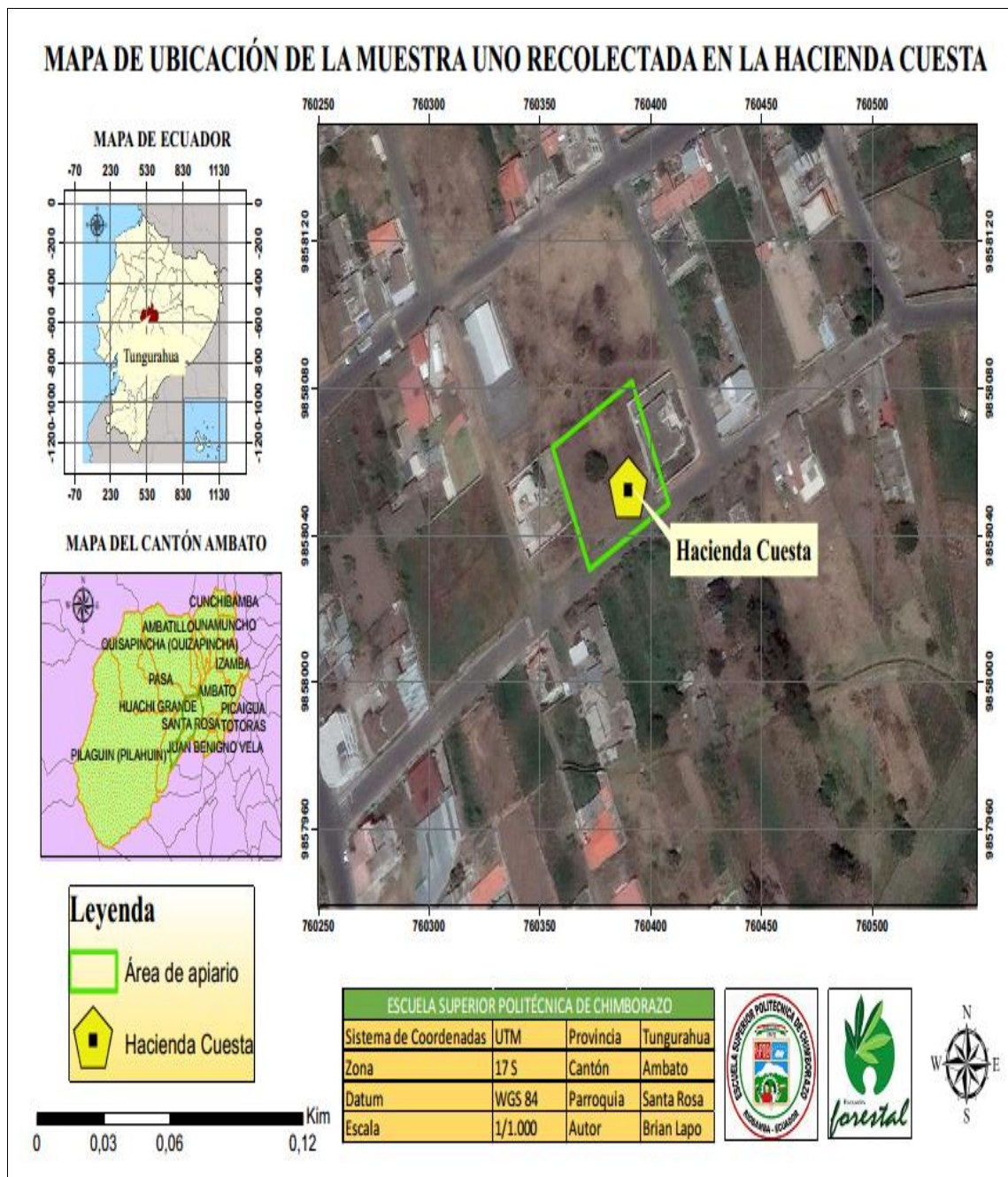
**WILSON, E.O.** Communication: Recruitment. *En: The Insect Societies*. Belknap Press, Harvard University Press, 1971, P. 247. [Consulta: 1 diciembre 2020].

# ANEXOS

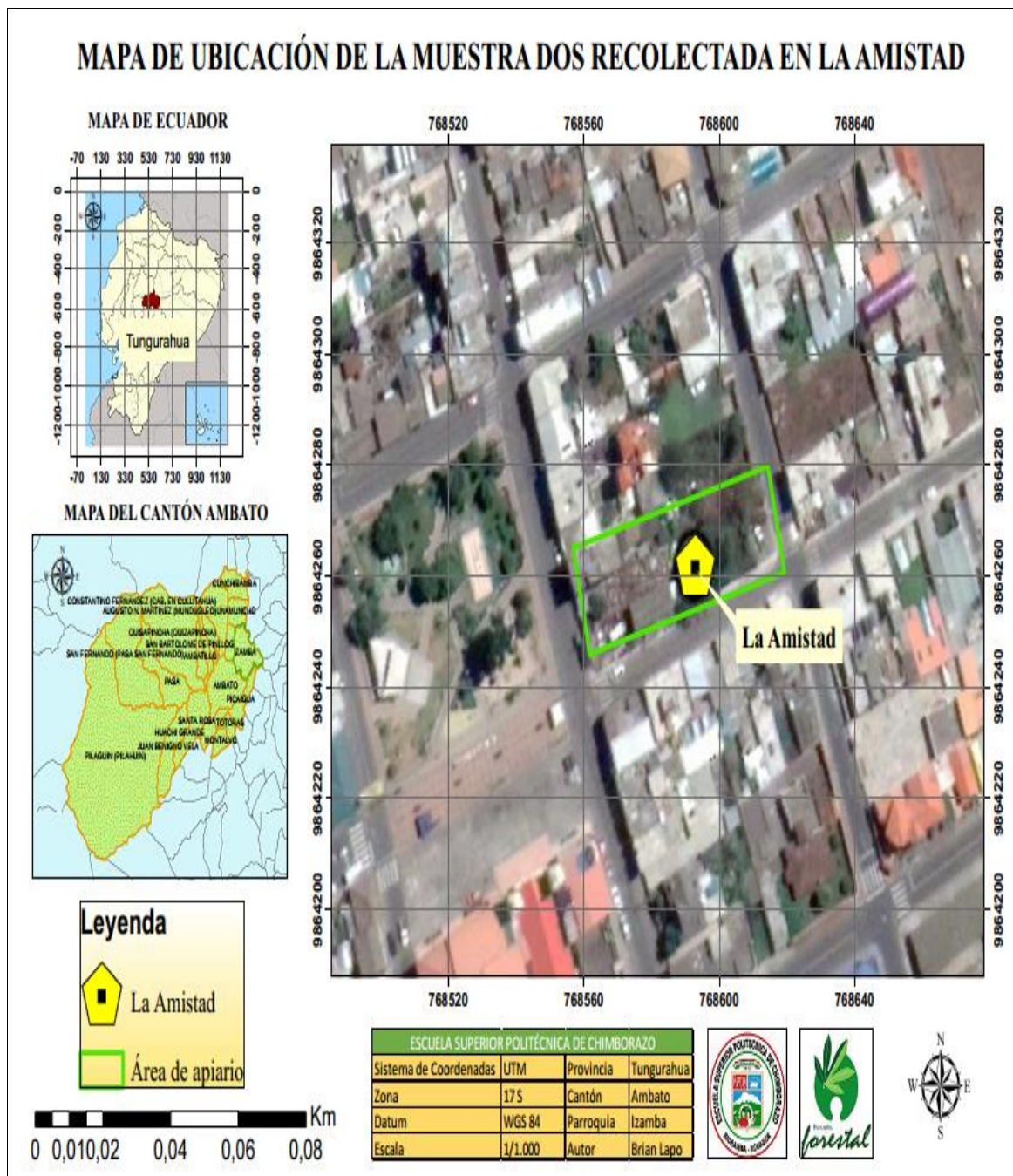
## ANEXO A: MAPA DE UBICACIÓN DE TRES MUESTRAS DE MIEL RECOLECTADAS EN EL CANTÓN AMBATO



**ANEXO B: MAPA DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA UNO RECOLECTADA EN LA HACIENDA CUESTA**

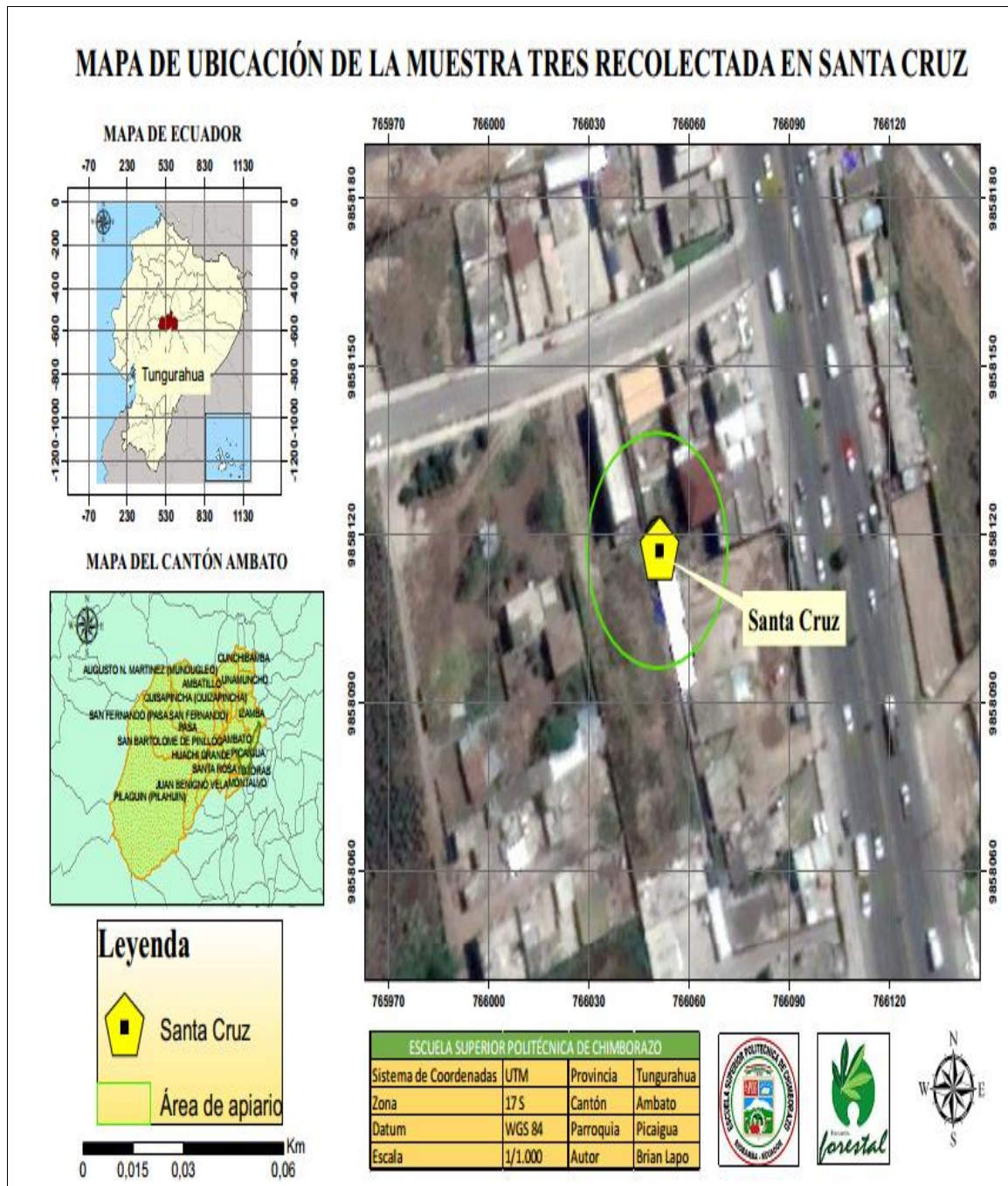


ANEXO C: MAPA DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA DOS RECOLECTADA EN LA AMISTAD





# ANEXO D: MAPA DE UBICACIÓN DE LA MUESTRA TRES RECOLECTADA EN SANTA CRUZ



ANEXO E: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE CAMPO

REGISTRO FOTOFIGURA DE LA FASE DE CAMPO



Apiarios del estudio



Ahumador con viruta

Colmena abierta con marcos de miel madura



Cortes de los marcos



Extracción manual de la miel



Extracción de miel por centrifugación



Miel cristalizada



Frascos herméticos de vidrio membretados

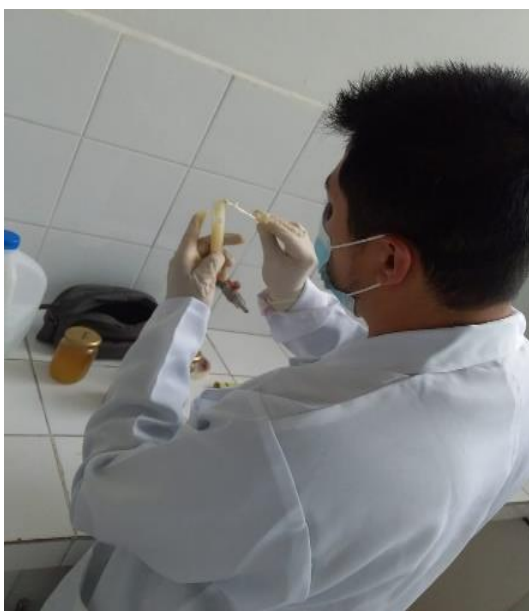


## ANEXO F: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE LABORATORIO

### REGISTRO FOTOFIGURA DE LA FASE DE LABORATORIO



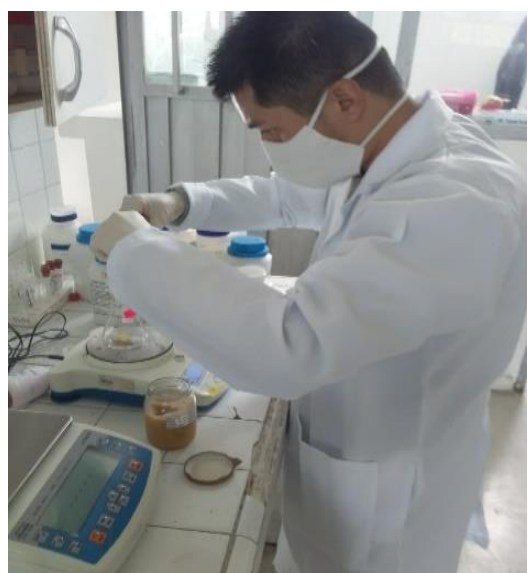
Muestra de miel cristalizada



Baño María de miel cristalizada



Muestras pesadas



Muestras mezcladas con agua destilada



Repetición de muestras homogéneas



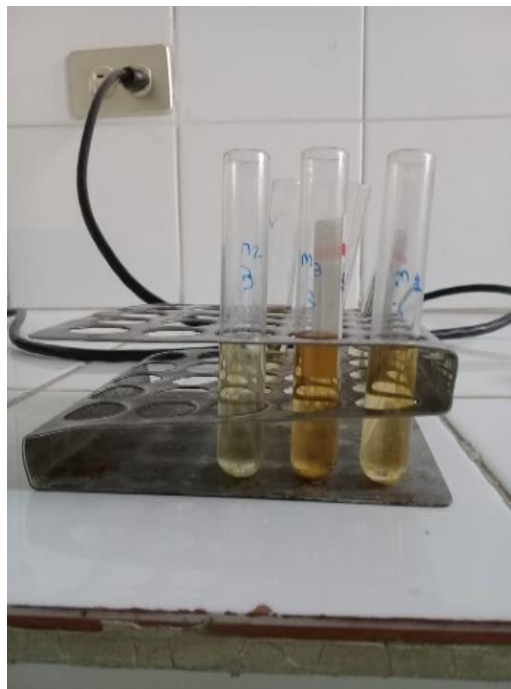
Centrifugación de las muestras



Ácido acético para cada muestra



Muestras con acetólisis



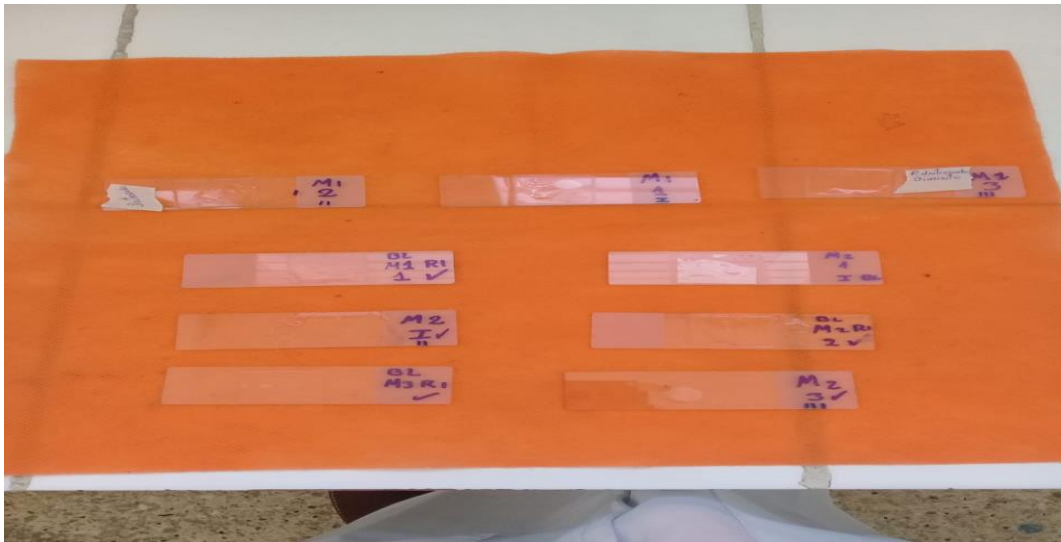
Eliminación de exceso de glicerol




Sedimento de polen



Muestras del contenido de polínico en porta y cubre objetos



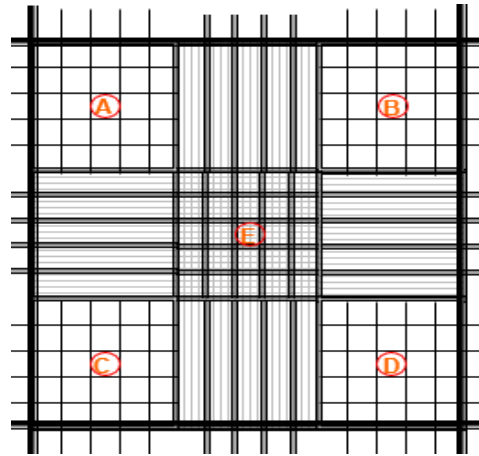
ANEXO G: IDENTIFICACIÓN Y CONTEO DE GRANOS DE POLEN

<p style="text-align: center;"><b>REGISTRO FOTOFIGURA DE LA FASE DE LABORATORIO</b></p>		
<p>Aceite de inmersión para la visualización</p>	<p>Formas polínicas fotografiadas</p>	
		
<p>Fotografía de grano de polen de la especie <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.</p>	<p>Granos de polen sobre representados</p>	
		

Extracción de sedimento de polen con micropipeta



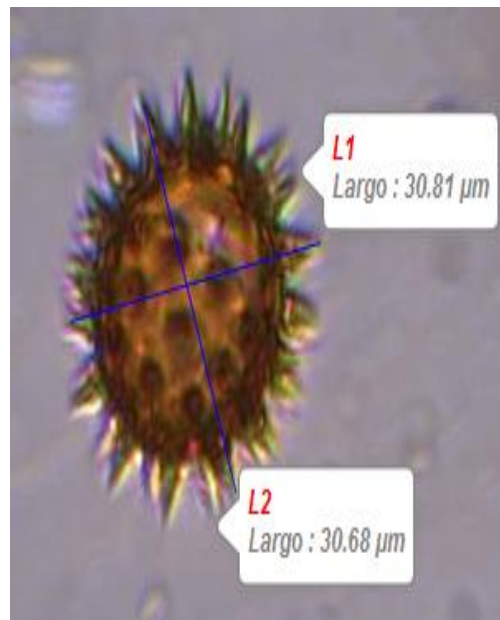
Cámara de Neubauer



Conteo de granos de polen


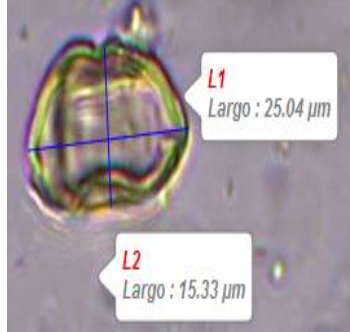

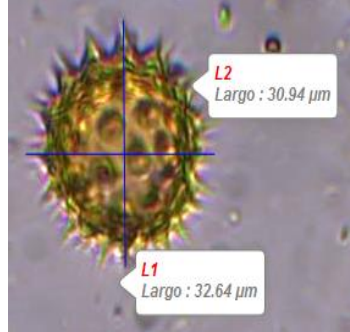

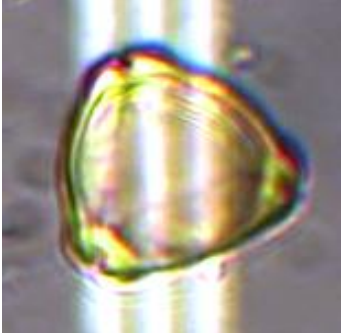
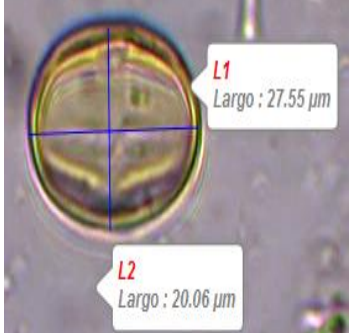
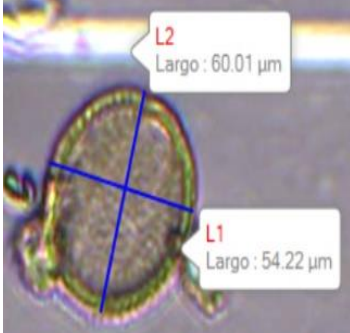






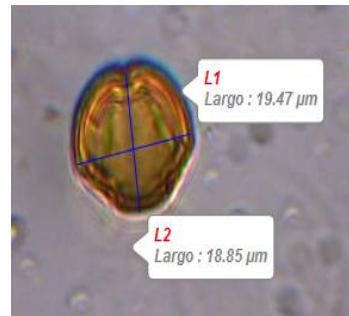



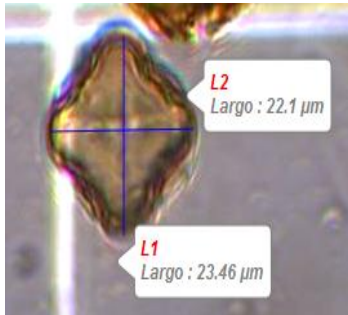

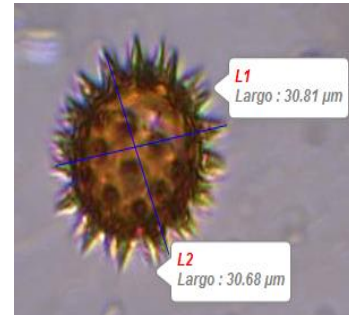
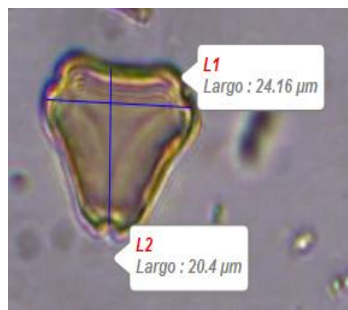

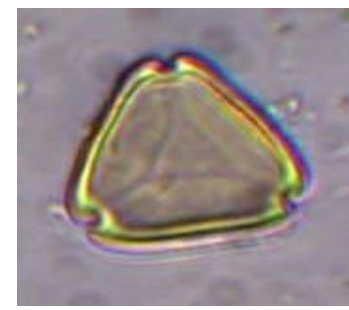
Medición de largo y ancho de los granos de polen con el Software Motic Images Plus 3.0. Vista (E).

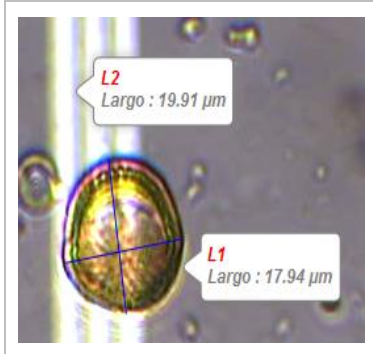

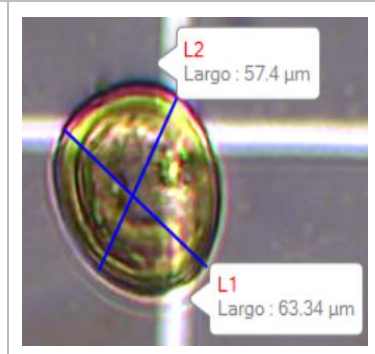


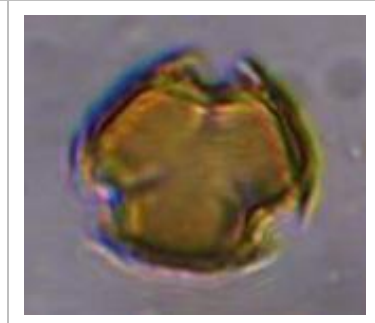

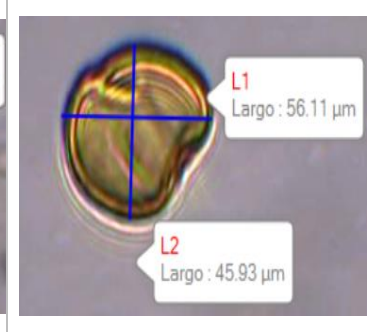
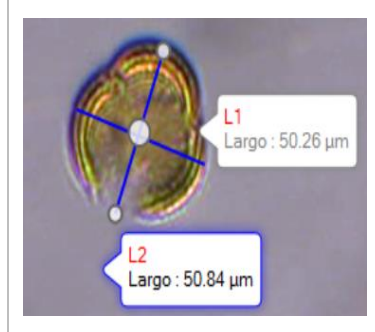




ANEXO H: PERFILES POLÍNICOS IDENTIFICADOS EN TRES MUESTRAS DE MIEL

<p style="text-align: center;"><b>REGISTRO FOTOFIGURA DE PERFILES POLÍNICOS</b></p>		
<p><b>Familia:</b> Apiaceae <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.</p>	<p><b>Familia:</b> Asteraceae <i>Artemisia absinthium</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Asteraceae <i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz &amp; Pav.) Pers</p>
		
<p><b>Familia:</b> Asteraceae <i>Artemisia vulgaris</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Betulaceae <i>Betula alba</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Boraginaceae <i>Borago officinalis</i> L.</p>
		
<p><b>Familia:</b> Brassicaceae <i>Raphanus sativus</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Bromeliaceae <i>Aechmea</i> sp.</p>	<p><b>Familia:</b> Convolvulaceae <i>Iseia</i> sp</p>
		

<p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch</p>	<p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae <i>Ricinus communis</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Fabaceae <i>Bauhinia</i> sp.</p>
		
<p><b>Familia:</b> Fabaceae <i>Medicago sativa</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Fabaceae <i>Melilotus alba</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Fabaceae <i>Melilotus indica</i> (L.) All.</p>
		
<p><b>Familia:</b> Fabaceae <i>Trifolium repens</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Fabaceae <i>Vicia faba</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Malvaceae <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.</p>
		
<p><b>Familia:</b> Myrtaceae <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.</p>	<p><b>Familia:</b> Myrtaceae <i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill</p>	<p><b>Familia:</b> Myrtaceae <i>Myrtus communis</i> L.</p>
		

<p><b>Familia:</b> Lauraceae <i>Persea americana</i> Mill.</p>	<p><b>Familia:</b> Oleaceae <i>Fraxinus excelsior</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Passifloraceae <i>Passiflora mollissima</i> (Juss.) Pers.</p>
 <p>L2 Largo : 19.91 <math>\mu\text{m}</math></p> <p>L1 Largo : 17.94 <math>\mu\text{m}</math></p>	 <p>L1 Largo : 17.04 <math>\mu\text{m}</math></p> <p>L2 Largo : 15.36 <math>\mu\text{m}</math></p>	 <p>L2 Largo : 57.4 <math>\mu\text{m}</math></p> <p>L1 Largo : 63.34 <math>\mu\text{m}</math></p>
<p><b>Familia:</b> Poaceae <i>Zea mays</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Rosaceae <i>Prunus serotina</i> Ehrh.</p>	<p><b>Familia:</b> Rosaceae <i>Rubus ulmifolius</i> Schott</p>
 <p>L1 Largo : 55.25 <math>\mu\text{m}</math></p> <p>L2 Largo : 48.95 <math>\mu\text{m}</math></p>	 <p>L1 Largo : 22.84 <math>\mu\text{m}</math></p> <p>L2 Largo : 22.69 <math>\mu\text{m}</math></p>	
<p><b>Familia:</b> Salicaceae <i>Typha angustifolia</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Typhaceae <i>Populus nigra</i> L.</p>	<p><b>Familia:</b> Brassicaceae <i>Raphanus raphanistrum</i> L.</p>
 <p>L2 Largo : 18.26 <math>\mu\text{m}</math></p> <p>L1 Largo : 18.96 <math>\mu\text{m}</math></p>	 <p>L1 Largo : 56.11 <math>\mu\text{m}</math></p> <p>L2 Largo : 45.93 <math>\mu\text{m}</math></p>	 <p>L1 Largo : 50.26 <math>\mu\text{m}</math></p> <p>L2 Largo : 50.84 <math>\mu\text{m}</math></p>

**ANEXO I: RESULTADOS DEL CONTEO DE GRANOS DE POLEN DE LA MUESTRA  
UNO DE LA HACIENDA CUESTA**

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Repetición</b>	<b>Conteo de polen</b>	<b>Frecuencia de Polen (%)</b>	<b>Categorización</b>
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	1	100	3	AI
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	2	700	12	AI
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	3	400	8	AI
Asteraceae	<i>Artemisia absinthium</i> L.	1	225	6	AI
	<i>Artemisia absinthium</i> L.	2	475	8	AI
	<i>Artemisia absinthium</i> L.	3	350	7	AI
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	1	50	1	A
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	2	150	3	AI
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	3	100	2	A
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.	1	200	5	AI
	<i>Borago officinalis</i> L.	2	425	7	AI
	<i>Borago officinalis</i> L.	3	300	6	AI
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	1	250	6	AI
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	2	425	7	AI
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	3	350	7	AI
Convolvulaceae	<i>Iseia</i> sp.	1	50	1	A
	<i>Iseia</i> sp.	2	175	3	AI
	<i>Iseia</i> sp.	3	100	2	A
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	1	425	11	AI
	<i>Medicago sativa</i> L.	2	800	13	AI
	<i>Medicago sativa</i> L.	3	600	12	AI
	<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	1	200	5	AI
	<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	2	225	4	AI
	<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	3	200	4	AI

Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	1	1475	38	S
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	2	1025	17	S
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	3	1250	26	S
	<i>Myrtus communis</i> L.	1	350	9	AI
	<i>Myrtus communis</i> L.	2	675	11	AI
	<i>Myrtus communis</i> L.	3	500	10	AI
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	1	400	10	AI
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	2	475	8	AI
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	3	425	9	AI
Salicaceae	<i>Populus nigra</i> L.	1	125	3	AI
	<i>Populus nigra</i> L.	2	350	6	AI
	<i>Populus nigra</i> L.	3	225	5	AI
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.	1	75	2	A
	<i>Typha angustifolia</i> L.	2	50	1	A
	<i>Typha angustifolia</i> L.	3	50	1	A
<b>TOTAL</b>			14725	300	

**ANEXO J: RESULTADOS DEL CONTEO DE GRANOS DE POLEN DE LA MUESTRA  
DOS DE LA AMISTAD**

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Repetición</b>	<b>Conteo de polen</b>	<b>Frecuencia de Polen (%)</b>	<b>Categorización</b>
Asteraceae	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	1	125	7	AI
	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	2	325	12	AI
	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	3	225	10	AI
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.	1	350	20	S
	<i>Raphanus sativus</i> L.	2	225	8	AI
	<i>Raphanus sativus</i> L.	3	275	13	AI
Fabaceae	<i>Melilotus alba</i> Medik.	1	125	7	AI
	<i>Melilotus alba</i> Medik.	2	275	10	AI
	<i>Melilotus alba</i> Medik.	3	200	9	AI
	<i>Trifolium repens</i> L.	1	625	36	S
	<i>Trifolium repens</i> L.	2	900	33	S
	<i>Trifolium repens</i> L.	3	750	34	S
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	1	50	3	AI
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	2	125	5	AI
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	3	75	3	AI
Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1	125	7	AI
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	2	200	7	AI
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	3	150	7	AI
Passifloraceae	<i>Passiflora mollisima</i> (Juss.) Pers.	1	200	11	AI
	<i>Passiflora mollisima</i> (Juss.) Pers.	2	300	11	AI
	<i>Passiflora mollisima</i> (Juss.) Pers.	3	250	11	AI
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	1	150	9	AI
	<i>Zea mays</i> L.	2	350	13	AI
	<i>Zea mays</i> L.	3	250	11	AI
<b>TOTAL</b>			6625	300	

**ANEXO K: RESULTADOS DEL CONTEO DE GRANOS DE POLEN DE LA MUESTRA  
TRES DE SANTA CRUZ**

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Repetición</b>	<b>Conteo de polen</b>	<b>Frecuencia de Polen (%)</b>	<b>Categorización</b>
Betulaceae	<i>Betula alba</i> L.	1	400	5	AI
	<i>Betula alba</i> L.	2	550	7	AI
	<i>Betula alba</i> L.	3	475	6	AI
Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> sp.	1	75	1	A
	<i>Aechmea</i> sp.	2	150	2	A
	<i>Aechmea</i> sp.	3	125	2	A
Convolvulaceae	<i>Iseia</i> sp.	1	250	3	AI
	<i>Iseia</i> sp.	2	75	1	A
	<i>Iseia</i> sp.	3	175	2	A
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	1	225	3	AI
	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	2	150	2	A
	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	3	200	2	A
	<i>Ricinus communis</i> L.	1	225	3	AI
	<i>Ricinus communis</i> L.	2	75	1	A
	<i>Ricinus communis</i> L.	3	150	2	A
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	1	525	6	AI
	<i>Bauhinia</i> sp.	2	600	7	AI
	<i>Bauhinia</i> sp.	3	575	7	AI
	<i>Medicago sativa</i> L.	1	375	5	AI
	<i>Medicago sativa</i> L.	2	550	7	AI
	<i>Medicago sativa</i> L.	3	425	5	AI
	<i>Vicia faba</i> L.	1	525	6	AI
	<i>Vicia faba</i> L.	2	300	4	AI
	<i>Vicia faba</i> L.	3	425	5	AI
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	1	3850	47	D

Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	2	4025	48	D
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	3	3950	48	D
	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill.	1	850	10	AI
	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill.	2	1325	16	S
	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill.	3	1100	13	AI
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	1	525	6	AI
	<i>Persea americana</i> Mill.	2	325	4	AI
	<i>Persea americana</i> Mill.	3	425	5	AI
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	1	300	4	AI
	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	2	200	2	A
	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	3	250	3	AI
<b>TOTAL</b>			24725	300	



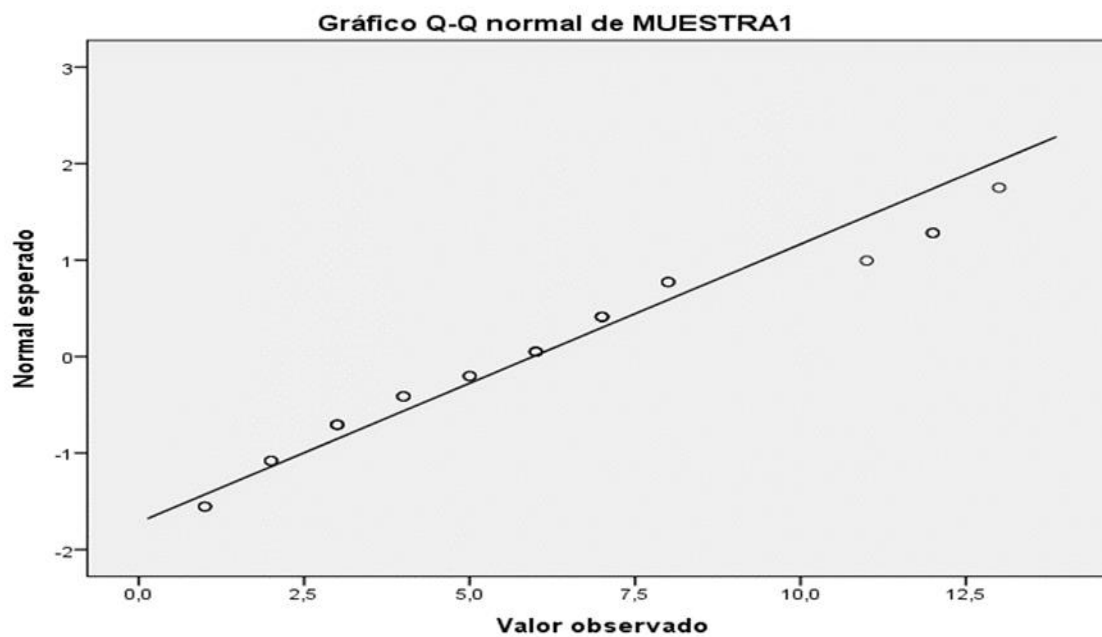
## ANEXO L: PRUEBAS DE NORMALIDAD DE TRES MUESTRAS DE MIEL

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Hacienda Cuesta (Muestra uno)	,132	24	,200*	,938	24	,147
La Amistad (Muestra dos)	,306	24	,000	,735	24	,000
Santa Cruz (Muestra tres)	,189	24	,026	,889	24	,013

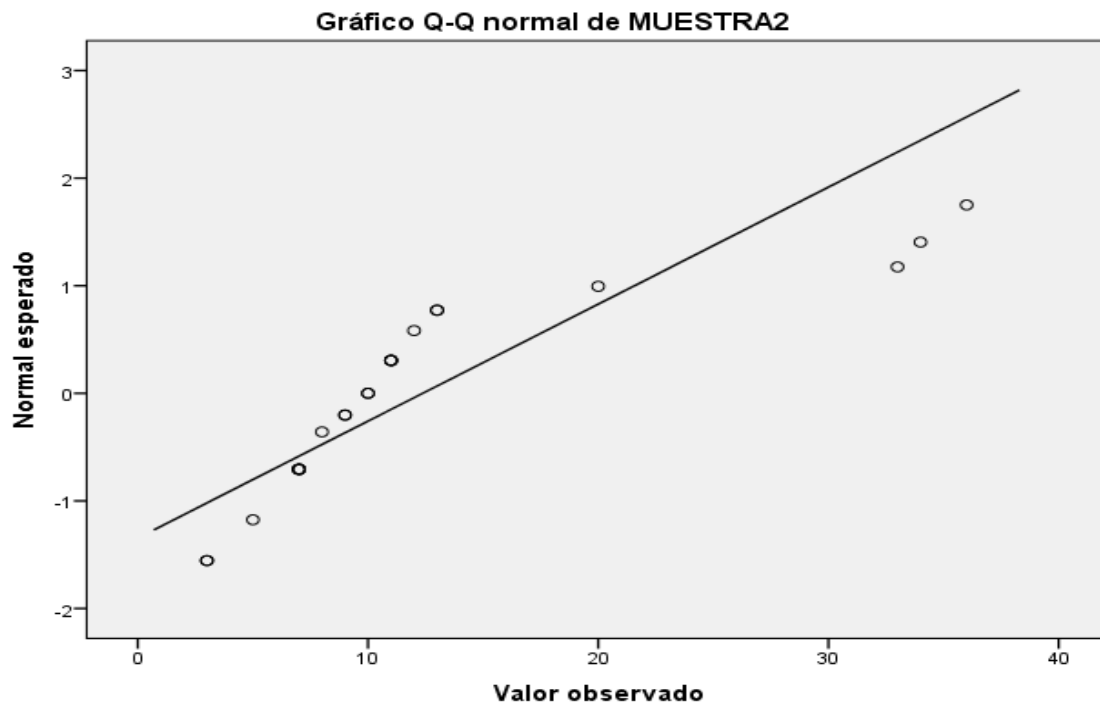
\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors.

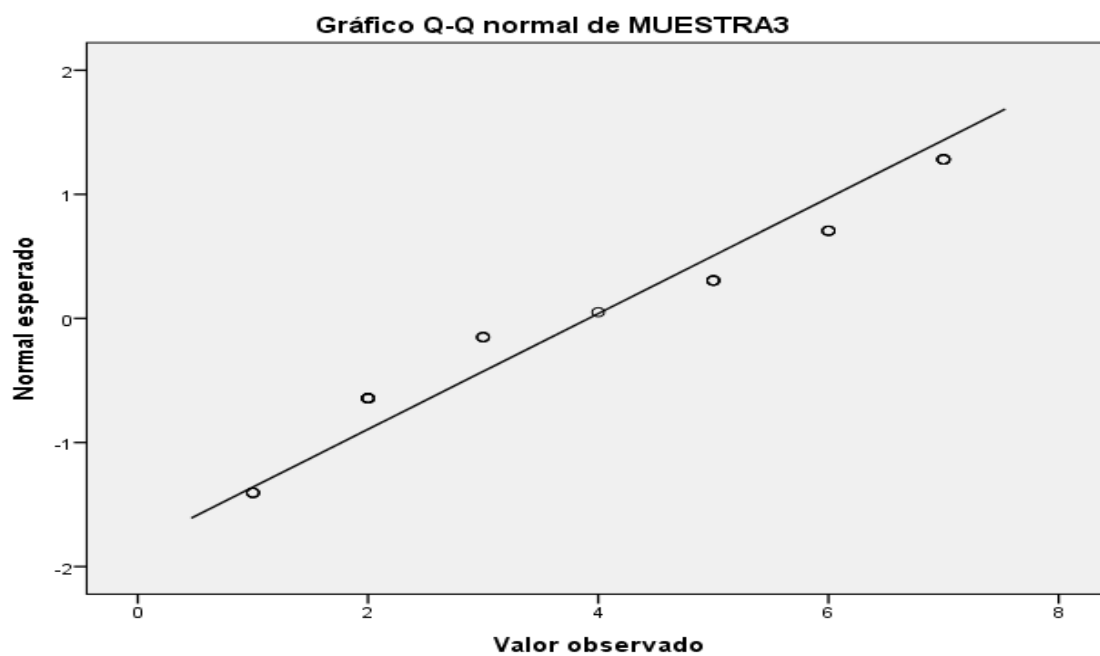
## ANEXO M: FIGURA Q-Q NORMAL DE LA MUESTRA UNO DE LA HACIENDA CUESTA



**ANEXO N: FIGURA Q-Q NORMAL DE LA MUESTRA DOS DE LA AMISTAD**



**ANEXO O: FIGURA Q-Q NORMAL DE LA MUESTRA TRES DE SANTA CRUZ**



**ANEXO P: ANÁLISIS DE LA VARIANZA MUESTRA UNO DE LA HACIENDA CUESTA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%	39	0,85	0,78	43,06

**ANEXO Q: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)**

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1585,33	12	132,11	12,12	<0,0001
Especies	1585,33	12	132,11	12,12	<0,0001
Error	283,33	26	10,90		
Total	1868,67				

**ANEXO R: PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE SIGNIFICANCIA PARA LA MUESTRA UNO DE LA HACIENDA CUESTA**

**Test:** Tukey **Alfa**= 0,05 **DMS**= 9,79503

**Error:** 10,8974 **gl:** 26

Nombre científico	Medias	n	E.E.	Grupo
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	27,00	3	1,91	A
<i>Medicago sativa</i> L.	12,00	3	1,91	B
<i>Myrtus communis</i> L.	10,00	3	1,91	B C
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	9,00	3	1,91	B C
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	7,67	3	1,91	B C
<i>Artemisia absinthium</i> L.	7,00	3	1,91	B C
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	6,67	3	1,91	B C
<i>Borago officinalis</i> L.	6,00	3	1,91	B C
<i>Populus nigra</i> L.	4,67	3	1,91	B C
<i>Spartium junceum</i> L.	4,33	3	1,91	B C
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2,00	3	1,91	C
<i>Iseia</i> sp.	2,00	3	1,91	C
<i>Typha angustifolia</i> L.	1,33	3	1,91	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO S: PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS DE LA MUESTRA DOS DE LA AMISTAD**

<b>Variable</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>Medianas</b>	<b>gl</b>	<b>C</b>	<b>H</b>	<b>P</b>
%	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	3	9,67	2,52	10,00	7	0,99	18,18	0,0101
%	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	3	7,00	0,00	7,00				
%	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	3	3,67	1,15	3,00				
%	<i>Zea mays</i> L.	3	8,67	1,53	9,00				
%	<i>Passiflora mollisima</i> (Juss.) Pers.	3	11,00	0,00	11,00				
%	<i>Raphanus sativus</i> L.	3	13,67	6,03	13,00				
%	<i>Trifolium repens</i> L.	3	34,33	1,53	34,00				
%	<i>Melilotus alba</i> Medik.	3	11,00	2,00	11,00				

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Ranks</b>	<b>Grupo</b>
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	3,67	2,00	A
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	7,00	6,00	A B
<i>Zea mays</i> L.	8,67	9,67	A B
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	9,67	12,17	A B C
<i>Melilotus alba</i> Medik.	11,00	15,17	B C
<i>Passiflora mollisima</i> (Juss) Pers.	11,00	15,50	B C
<i>Raphanus sativus</i> L.	13,67	16,50	B C
<i>Trifolium repens</i> L.	34,33	23,00	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO T: PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS DE LA MUESTRA TRES DE SANTA CRUZ**

Variable	Nombre Científico	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	P
%	<i>Aechmea</i> sp.	3	1,67	0,58	2,00	11	0,99	31,25	0,0008
%	<i>Bauhinia</i> sp.	3	6,67	0,58	7,00				
%	<i>Betula alba</i> L.	3	6,00	1,00	6,00				
%	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	3	47,67	0,58	48,00				
%	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill.	3	13,00	3,00	13,00				
%	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Will.	3	2,33	0,58	2,00				
%	<i>Iseia</i> sp.	3	2,00	1,00	2,00				
%	<i>Persea americana</i> Mill.	3	5,00	1,00	5,00				
%	<i>Ricinus communis</i> L.	3	2,00	1,00	2,00				
%	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	3	3,00	1,00	3,00				
%	<i>Spartium junceum</i> L.	3	5,67	1,15	5,00				
%	<i>Vicia faba</i> L.	3	5,00	1,00	5,00				

Tratamiento	Medias	Ranks	Grupo
<i>Aechmea</i> sp.	1,67	5,33	A
<i>Iseia</i> sp.	2,00	7,17	A B
<i>Ricinus communis</i> L.	2,00	7,17	A B
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Will.	2,33	8,83	A B C
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	3,00	11,83	A B C D
<i>Vicia faba</i> L.	5,00	20,17	A B C D E
<i>Persea americana</i> Mill.	5,00	20,17	A B C D E
<i>Medicago sativa</i> L.	5,67	22,83	B C D E
<i>Betula alba</i> L.	6,00	24,33	C D E
<i>Bauhinia</i> sp.	6,67	27,17	D E
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill.	13,00	32,00	E
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	47,67	35,00	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE  
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 05 / 11 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Brian Almilcar Lapo Orellana</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Recursos Naturales</i>
<b>Carrera:</b> <i>Ingeniería Forestal</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniero Forestal</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>

**LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=EC, l=RIOBAMBA,  
serialNumber=0602766974,  
cn=LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
Fecha: 2021.11.05 10:13:30  
-05'00'



1904-DBRA-UTP-2021