

Universidad Peruana Cayetano Heredia
Facultad de Ciencias y Filosofía “Alberto Cazorla Talleri”



Determinación de la flora melífera del Valle del Mantaro (Junín-Perú) en base a estudios melisopalinológicos

Autor:

Daniel Eduardo Meza Huamán

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología

Asesor:

Mg. Luis Huamán Mesía

Lima-Perú

2022

Jurado Calificador:

Presidenta: Dr. Rossana Paredes Salcedo

Secretario: Lic. Hugo Flores Liñan

Vocal: MSc. Luis Rossi Mayo

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1.	Antecedentes.....	2
I.2.	Generalidades.....	6
I.2.1.	Órganos reproductivos	6
I.2.2.	Polen.....	7
I.2.2.1.	Formación del polen.....	7
I.2.2.2.	Morfología polínica.....	8
I.2.2.3.	Composición del polen.....	10
I.2.2.4.	Propiedades del polen.....	11
I.2.2.5.	Polinización.....	11
I.2.3.	Melisopalinología.....	13
I.2.3.1	Miel.....	14
I.2.3.2	Análisis polínico.....	15
I.2.3.3	Origen botánico.....	16
I.2.4.	Abejas melíferas.....	16
I.2.4.1.	Calidad de polinización económica.....	17
II.	OBJETIVOS.....	18
II.1.	Objetivo general.....	18
II.2.	Objetivos específicos.....	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
III.1.	Área de estudio.....	19
III.2.	Zona de muestreo y obtención de muestras.....	21
III.2.1.	Fase de campo.....	23
III.2.1.1.	Colecta de plantas melíferas.....	23
III.2.1.2.	Colecta de miel	24
III.2.2.	Fase de laboratorio.....	28
III.2.2.1.	Catálogo de polen.....	28
III.2.2.2.	Procesamiento de miel.....	28
III.2.2.3.	Metodología para la descripción de los tipos polínicos.....	29

III.2.2.4.	Origen botánico.....	30
III.3.	Tratamiento de datos.....	30
IV.	RESULTADOS.....	31
IV.1.	Plantas pecoreadas en las zonas de muestreo.....	31
IV.2.	Análisis melisopalinológicos.....	33
IV.2.1.	Distrito de San Pedro de Saño	36
IV.2.2.	Distrito de Huayucachi	36
IV.2.3.	Distrito de Mito.....	37
IV.2.4.	Distrito de Sapallanga.....	37
IV.2.5.	Distrito de San Juan de Iscos.....	38
IV.3.	Similitud entre las muestras de miel de los apiarios del distrito San Pedro de Saño, Huayucachi, Mito, Sapallanga y San Juan de Iscos	39
V.	DISCUSIÓN.....	42
V.1.	Plantas pecoreadas.....	42
V.2.	Análisis de miel.....	44
V.2.1.	Mieles analizadas y descartadas.....	44
V.2.2.	Espectro polínico.....	45
V.3.	Similitud entre las mieles del Valle del Mantaro.....	50
V.4.	Plantas melíferas	51
VI.	CONCLUSIONES.....	53
VII.	RECOMENDACIONES.....	54
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fragmento de un bajorrelieve egipcio. Antigua escena apícola 2.400 a.C (Sáenz, C, Gómez, 1999).....	3
Figura 2. Distintos tamaños de granos de polen (Halbritter et al., 2018).....	10
Figura 3. Zonas de colecta: Sapallanga, Huayucachi, San Juan de Iscos, Sicaya, Mito y San Pedro de Saño. Google Earth, 2021.....	22
Figura 4. Prensado de las plantas colectadas.....	24
Figura 5. Apiario del distrito de San Pedro de Saño del apicultor e ingeniero zootecnista Raúl Camayo Lapa junto a su hijo Hans Camayo Basurto.....	25
Figura 6. Apiario del distrito de San Pedro de Saño, junto al apicultor e ingeniero zootecnista Raúl Camayo Lapa.....	25
Figura 7. Apiario del distrito de Huayucachi del apicultor Miguel Lara Rojas.....	26
Figura 8. Apiario del distrito de Sapallanga del apicultor Evaristo Cacerez.....	26
Figura 9. Mieles colectadas de izquierda a derecha de la muestra 1 a la 10.....	27
Figura 10. Viales con el polen de las plantas que fueron colectadas.....	28
Figura 11. Viales con el polen de las muestras de miel. Ordenadas de derecha a izquierda.....	29
Figura 12. Frecuencia de las familias botánicas en las provincias de Mito, Concepción, Chupaca y Huancayo. De noviembre a diciembre 2021.....	31
Figura 13. Polen de géneros y especies de familias pecoreadas por abejas.....	32

Figura 14. Tipos polínicos de familias, géneros y especies en las mieles en el Valle del Mantaro (Concepción, Chupaca y Huancayo).....	34
Figura 15. Dendrograma de Similitud entre las muestras de miel del distrito de San Pedro de Saño, Huayucachi, Mito, Sapallanga y San Juan de Iscos en los meses de octubre (verde), noviembre (marrón) y diciembre (rojo).....	40
Figura 16. Polen de <i>Eucalyptus globolus</i> 25µm.....	45
Figura 17. <i>Eucalyptus globolus</i> pecoreado por abeja.....	45
Figura 18. Polen de <i>Zea mays</i> 100 µm.....	46
Figura 19. <i>Zea mays</i> pecoreada por abeja.....	46
Figura 20. Polen de <i>Trifolium repens</i> 30 µm.....	46
Figura 21. <i>Trifolium repens</i> pecoreado por abeja.....	46
Figura 22. Polen de Brassicaceae 25 µm.....	48
Figura 23. <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> , Brassicaceae pecoreada por abeja.....	48
Figura 24. Polen de <i>Matricaria chamomilla</i> 23 µm.....	49
Figura 25. <i>Matricaria chamomilla</i> pecoreada por abeja.....	49
Figura 26. Polen de <i>Taraxacum officinale</i> 25 µm.....	50
Figura 27. <i>Taraxacum officinale</i> pecoreada por abeja.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cultivos dependientes de la polinización por abejas. Adaptado de Paudel et al. (2015).....	13
Tabla 2. Macro y micro nutrientes de la miel natural (Media DE). Adaptado de Ajibola (2015).....	14
Tabla 3. Elementos químicos de la miel natural. Monto en mg/ 100g. Adaptado de Ajibola (2015).....	14
Tabla 4. Distritos que conforman las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo en el estudio.....	20
Tabla 5. Lugares de colecta de mieles.....	21
Tabla 6. N de muestras de mieles colectadas en distintos distritos y meses.....	27
Tabla 7. Espectro polínico de las muestras de miel de los distritos de San Pedro de Saño Huayucachi, Mito, Sapallanga y San Juan de Iscos en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Los números corresponden a porcentajes.....	35
Tabla 7. Índice de similitud entre las muestras de miel del distrito de San Pedro de Saño, Huayucachi, Mito, Sapallanga y San Juan de Iscos en los meses de octubre, noviembre y diciembre.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Flujograma del proceso de extracción de polen de acuerdo a Erdtman.....	65
Anexo 2. Flujograma del proceso de extracción de polen de miel propuesto por Louveaux.....	66
Anexo 3. Lista de especies pecoreadas por abejas.....	67
Anexo 4. Lista de tipos polínicos de la miel.....	68

RESUMEN

La apicultura, actividad de larga data en la sierra peruana, presta importantes servicios al ecosistema, tal es el caso de la polinización, que contribuye a su vez, a la mejora de la diversidad genética de la vegetación local. La Región Junín es el tercer productor apícola a nivel nacional con un total de 19 874 colmenas en producción, siendo el Valle del Mantaro conocido por ser uno de sus centros de actividad apícola. A través del análisis melisopalinológico se determinó de manera efectiva la contribución directa de las especies vegetales en la producción de miel, evaluando 10 muestras de miel de los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2019. El espectro polínico resultó en un total de 26 morfotipos palinológicos distribuidos en 10 órdenes, 15 familias, 14 especies y 4 tipos polínicos indeterminados. Se reportaron 4 muestras monoflorales y 4 muestras multiflorales. El origen botánico de las mieles del Valle del Mantaro (Junín-Perú) son *Eucalyptus globulus*, Brassicaceae y *Trifolium repens*. Se determinó la similitud entre las mieles.

Palabras clave: Melisopalinología, Miel, Valle del Mantaro, Polen, Eucalipto.

ABSTRACT

Beekeeping, a long-standing activity in the Peruvian highlands, provides important ecosystem services, such as pollination, which in turn contributes to improving the genetic diversity of local vegetation. The Junín Region is the third largest beekeeping producer nationwide with a total of 19,874 beehives in production, with the Mantaro Valley known for being one of its centers of beekeeping activity. Through melissopalynological analysis, the direct contribution of plant species to honey production was effectively determined, evaluating 10 honey samples from the months of October, November and December of the year 2019. The pollen spectrum resulted in a total of 26 palynological morphotypes distributed in 10 orders, 15 families, 14 species and 4 indeterminate pollen types. Were reported 4 monofloral and 4 multifloral samples. The botanical origin of the honeys from the Mantaro Valley (Junín-Peru) are *Eucalyptus globulus*, Brassicaceae and *Trifolium repens*. The similarity between the honeys was determined.

Keywords: Melisopalynology, Honey, Mantaro Valley, Pollen, Eucalyptus.

I. INTRODUCCIÓN

El Valle interandino más grande del Perú es el Valle del Mantaro¹ el cual es reconocido por poseer una riqueza agrícola de 23 especies de hortalizas, cuya producción está dirigida en un 80% al mercado de Lima, debido a ello es reconocido como “la despensa de Lima”². Se encuentra en el departamento de Junín y está formado por las provincias de Huancayo, Jauja, Chupaca y Concepción, por donde discurre el río Mantaro, entre los 3 000 y 4 000 msnm³, característica que le ha brindado una serie de cualidades como la diversidad de su flora. La cual es aprovechada por sus pobladores desarrollándose importantes actividades como la agricultura, horticultura y apicultura².

Respecto a la apicultura, la época de mayor producción apícola ocurre entre los meses de octubre y febrero, debido a que es en estos, donde la floración aumenta y por ende la colecta del néctar⁴. Dicha característica presente en el valle del Mantaro hace de Junín la tercera región productora de miel con 10% de producción nacional y con 19 874 colmenas registradas⁵.

La miel, la jalea real, el propóleo y el polen comercial o corbicular son algunos de los productos que se derivan de la apicultura y que contienen polen, a diferencia de la cera⁶. La rama de la palinología que se encarga del estudio de polen transportado por abejas se denomina melisopalinología⁷. Los primeros estudios melisopalinológicos comenzaron en Europa con los trabajos de Pfister en el siglo XIX y Zander en el XX⁸. Respecto a Latinoamérica destacan las investigaciones en México por Piedras (2007)⁹, en Brasil por Barth (2004)¹⁰, en Colombia por Montoya (2014)¹¹ y Chile por Navarrete (2016)¹². En relación al Perú están las investigaciones de Sayas (2008) (2009)^{13,14}, Zeceovich (2013)¹⁵ y Borjas (2014)¹⁶. Y respecto a Junín las de Camayo y Rojas (1989)¹⁷, Gutarra y Pérez (1989)⁴, León y Muñico (1989)¹⁸, Mercado (2014)¹⁹ y Ascue (2017)²⁰.

Este estudio se ha realizado colectando las muestras de miel de cada zona a evaluar. A continuación, todas las muestras son procesadas según lo propuesto por

Louveaux (1970) con la finalidad de concentrar y exponer el polen contenido en la miel. Por último, se hacen las observaciones del caso con el catálogo referencial para determinar su familia, género y/o especie del polen. Esta determinación es importante para establecer la flora que aporta el néctar a la abeja para la formación de miel. Una vez concluido ello, mediante análisis de frecuencia, se puede establecer la flora que caracteriza a la miel de dicha región, dicho registro se denomina origen botánico²¹.

El remoto registro que se tiene de la diversidad de la flora melífera en base a estudios melisopalinológicos en el valle del Mantaro data del año de 1989. En el cual se registró el componente de la diversidad de flora melífera¹⁸. Dado que en los últimos 30 años las condiciones ambientales del valle del Mantaro han cambiado por ejemplo la población del valle del Mantaro ha aumentado de 400 mil a 540 mil habitantes aproximadamente esto ha influido en el aumento de actividades antrópicas tales como la piscicultura, ganadería, agricultura y apicultura^{22,23}. Además de ello el clima en valle del Mantaro ha variado y con ello las precipitaciones que están tendiendo a disminuir desde la década del 2000²⁴.

Es por ello que el presente trabajo de investigación mediante estudios descriptivos basados en la melisopalinología de la miel que se produce en el valle del Mantaro determinará la diversidad de la flora melífera, a fin de establecer el número de familias, géneros y/o especies melíferas presentes en la zona dada las condiciones actuales de la región.

1.1. Antecedentes

La apicultura es una actividad que ha sido practicada por los humanos a lo largo de la historia, como se evidencia en las pinturas rupestres de la cueva de la Araña, en Bicorn-España. Sin embargo, también las primeras civilizaciones de la humanidad dejaron registro de esta práctica, en el caso de la cultura egipcia, en una representación gráfica (Figura 1)⁶.

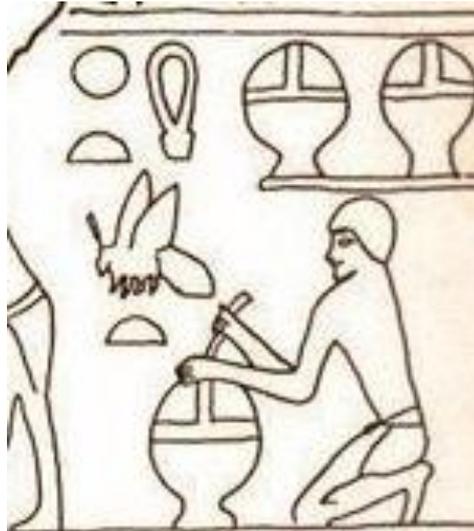


Figura 1. Fragmento de un bajo relieve egipcio. Antigua escena apícola 2.400 a.C (Sáenz C, Gómez, 1999)⁶.

Esta actividad a través de los años se ha incrementado enormemente, como la estimación dada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) que estimó que la producción mundial de miel en el 2018 llegó a 1,9 millones de toneladas²⁵.

El estudio científico que ha aportado a la apicultura un enfoque más detallado de su composición floral ha sido la melisopalinología, ciencia que estudia el polen transportado por abejas⁷. Los primeros estudios melisopalinológicos iniciaron con los trabajos publicados por Pfister en 1895 y Zander en el siglo XX. Años después Louveaux y otros autores en 1978 publicarían “Methods of melissopalynology” estandarizando los procesos requeridos para el análisis del polen en productos apícolas, el cual es usado hasta estos días por su efectividad^{8, 21, 26}.

En Europa se tienen varios casos de estudios de melisopalinología, como el de Muresan y colaboradores (2021) que evaluaron varias muestras del continente para renovar los métodos de determinación de origen botánico y geográfico en 42 muestras de mieles de Bélgica, Francia, Italia, Rumanía y España²⁵. Otro estudio es el realizado

en España de Sancho et al. (2016) que investigaron la relación antioxidante conjuntamente con estudios melisopalinológicos en 21 mieles multiflorales²⁷.

En Sudamérica el país de mayor producción mundial de miel es Argentina, siendo el cuarto productor mundial después de China, Turquía y Ucrania, y segundo exportador después de China. Destinando su producción en un 95% al extranjero a países desarrollados como EEUU, países de Europa (principalmente Alemania) y Japón^{28, 29}. Así como su gran producción de miel, Argentina también es reconocida por su gran investigación melisopalinológica por ejemplo el estudio de Salgado et al (2014) que determinó las fuentes de plantas nectaríferas, en la provincia del Chaco, las cuales fueron las familias: Asteraceae Anacardiaceae, Arecaceae, Fabaceae, Rhamnaceae y Zygophyllaceae³⁰. También el estudio de Sánchez (2017) donde analizando 157 muestras de miel producida en la provincia de Jujuy donde se identificaron 109 tipos de polen³¹.

Respecto a Colombia, se tienen los últimos trabajos de Velásquez y colaboradores (2016) en las subregiones del Suroeste y Oriente Antioqueño, donde se realizó un estudio fisicoquímico y melisopalinológico en 18 muestras de miel, dando como resultado que en el suroeste la mayoría de mieles son uniflorales o monoflorales y las del oriente multiflorales³². Grosso et al. en el 2017 realizaron estudios en la región altoandina en Boyacá, donde complementando su estudio fisicoquímico con la melisopalinología evalúa las mieles monoflorales de encenillo (*Weinmannia tomentosa* Don)³³.

Venezuela ha iniciado estudios de las mieles producidas por las abejas americanas (*Melipona favosa*) para determinar el origen botánico como lo reportado por Vit y colaboradores el 2012 en el estado de Falcón, donde determinaron cuatro mieles con polen dominante del género *Portulaca*, seis mieles con polen dominante de *Carica papaya*, otra con polen de *Alternanthera*³⁴.

En Chile, Giordano et al. (2019) en las regiones de O'Higgins y Araucanía determinaron el origen botánico y geográfico de 49 muestras de miel para luego evaluar el contenido

antioxidante (fenólicos y flavonoides) que poseen por el espectro FTIR, el análisis concluyó en una similitud de mieles de Quillay (*Quillaja saponaria*), Corcolén (*Azara petiolaris*) y Tebo (*Retanilla trinervia*)³⁵. Navarrete y colaboradores (2016) en la región de Biobío analizaron en 13 muestras de miel de dos zonas de intervención antrópica: la de depresión intermedia y zonas precordilleranas de la Cordillera de los Andes. Con lo cual concluyeron en una miel bifloral para la primera zona y dos mieles monoflorales de *Lotus* en la zona de la precordillera¹².

Respecto a Perú se tienen trabajos científicos regionales desde los 80, como son los estudios de Isayama (1987-1988) y Zevallos con Higaona (1988) en la región norte del Perú en el departamento de Lambayeque^{36, 37}. Complementado y actualizado los datos se tiene la tesis realizada por Borja (2014)¹⁶ en la misma zona. Otros estudios regionales fueron en los departamentos de Pasco, Oxapampa por Sayas (2008) y Huamán (2009) respecto al origen botánico del polen corbicular^{13, 14}. En Huánuco con el estudio de Zeceovich (2013) se determinó el origen botánico de la miel y polen corbicular en el distrito de Daniel Alomía¹⁵. En Cusco, en el Valle Sagrado de los Incas se analizó el espectro polínico de la miel por Yuca en el 2017³⁸. Para Huancavelica se tiene la tesis de investigación de Zuñiga (2014) determinando la flora apícola del cañón del Mantaro, tramo Cuenca³⁹. Respecto a la amazonia peruana, se conoce el trabajo de Zevallos y Pérez (1990) que determinaron el potencial melífero del departamento de Ucayali, en Pucallpa⁴⁰. Años después Paredes y Bryant (2020) hacen un estudio abarcando más departamentos amazónicos como Loreto (Iquitos), San Martín (Lamas y Tarapoto), Huánuco (Tingo María), Junín (Chanchamayo) y Madre de Dios (Puerto Maldonado); donde analizaron el origen botánico de 14 muestras de mieles⁴¹.

En la zona andina del departamento de Junín, específicamente en el Valle del Mantaro Camayo y Rojas investigaron en 1989 la calidad de la miel¹⁷, León y Muñico (1989) el origen botánico¹⁸ y por último Gutarra con Pérez (1989) la evaluación de flora melífera¹⁹. Años más tarde se tiene el trabajo de Mercado (2014) donde menciona la vegetación útil para productores apícolas en ocho distritos de las provincias de Chupaca, Concepción y Jauja. Sin embargo, utilizando solamente entrevistas más no se hizo uso de alguna metodología melisopolinológica¹⁹. Otro trabajo fue el de Huamán

(2014) que evaluó la concentración de plomo en la miel e inflorescencia de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en seis zonas del Valle del Mantaro, concluyendo que las mieles no superan los límites máximos permisibles⁴². Como se evidencia en los últimos años se ha evaluado la miel del valle del Mantaro, pero sin evaluaciones melisopolinológicas que evidencien la situación actual del origen botánico.

1.2. Generalidades

1.2.1. Órganos reproductivos

El 90% de todas las plantas son angiospermas, conocidas comúnmente como plantas con flores que forman semillas. Las flores con los frutos son los órganos reproductivos de este tipo de plantas. La flor es una estructura de las angiospermas especializada para la reproducción sexual, suele estar compuesta de 4 hojas modificadas llamadas órganos florales: sépalos, pétalos, carpelos y estambres. Los sépalos suelen ser de color verde y protegen a la flor antes de que el botón se abra. Los pétalos suelen ser coloridos para la atracción de sus polinizadores. Ambos son las partes estériles de los órganos florales al contrario de los estambres y carpelos que suelen ser la sección fértil.

Los carpelos se encargan de producir megasporas que contiene al gametofito femenino y que luego de ser fecundado almacenará a las semillas. Por último, los estambres producen microesporas que se convierten en granos de polen que contienen al gametofito masculino. Un estambre está formado por un tallo denominado filamento y un saco terminal, llamado antera, donde se produce el polen⁴³.

1.2.2. Polen

1.2.2.1. Formación del polen

La formación del polen se logra por su desarrollo, lo cual incluye dos etapas, la microsporogénesis y microgametogénesis. Todo se inicia en el interior de los sacos polínicos de las anteras, dentro de estas se ubican las células madre del polen (PMC) que son diploides y están rodeadas por una gruesa pared. Estas células experimentarán meiosis, formando una tétrada de cuatro microesporas haploides, cada uno encerrada en otra pared de calosa que se aísla de las otras células. Conforme se van desarrollando estas microesporas, la calosa se disocia y las libera.

Una vez liberadas empieza la segunda etapa, la microgametogénesis comienza con la formación de una vacuola central dentro de la microespora uninucleada, empujando el núcleo hacia la pared del polen. Siempre que el núcleo esté en una posición central dentro del citoplasma, la célula se denomina microespora. Cuando el núcleo migra a otra posición, sufre una división mitótica (la primera mitosis del polen). De esta mitosis surge un grano pequeño de polen bicelular que tiene una célula generativa (CG) y una gran célula vegetativa (CV), los cuales están separados por un fragmoplasto. CV contiene la mayor parte del citoplasma, ARN y proteínas del polen, caso contrario de CG cuyo núcleo contiene una cromatina muy condensada. Eso es debido a que la función principal de CV será la formación del tubo polínico, mientras que CG replica el ADN para la formación de gametos por una nueva división (segunda mitosis de polen), las cuales se encargarán de la doble fertilización^{44, 45}.

1.2.2.2. Morfología polínica

La morfología del polen se estudia visualizando sus características generales que incluye: polaridad, forma (polar-ecuatorial), tamaño, apertura y ornamentación. Estas características se observan en la esporodermis del polen (cubierta que protege y rodea al grano) la cual está constituida por la pared de intina y exina. Pero luego del proceso de acetólisis solo queda la exina para describir sus características⁴⁴.

Polaridad: Cuando los productos post-meióticos se separan en un solo grano de polen (denominado monada) o cuando se separan parcialmente o permanecen unidos permanentemente (denominadas tetras o poliadas) ⁴⁴.

Forma: Se refiere a la forma tridimensional de un grano de polen en relación a su longitud del eje polar (P) entre los dos polos en comparación con el diámetro ecuatorial (E) ⁴⁴.

Tamaño: Varía desde menos de 10 μm hasta más de 100 μm . Se suele usar el diámetro más grande. El tamaño se categoriza: muy pequeño (<10 μm), pequeño (10-25 μm), mediano (26-50 μm), grande (51-100 μm) y muy grande. (> 100 μm) (Figura 2) ⁴⁴.

Apertura: Región de la pared del polen que difiere significativamente de su entorno en morfología. Los granos que carecen de aberturas se denominan inaperturados. Una abertura circular se denomina poro y la abertura alargada se denomina colpo. La combinación de poro y colpo se denomina colporo. El número de aberturas ecuatoriales se indica con los prefijos di-, tri-, tetra-, penta- o hexa-. También se suele escribir números. Por ejemplo, un grano de polen con 3 poros de apertura alargada se denominaría tricolpado o 3-colpado ⁴⁴.

Ornamentación: También denominada elemento escultural. Es la superficie del polen que adopta diversas formas, pero permanecen constantes dentro de la misma especie, lo cual nos permitirá una identificación palinológica ⁴⁴.

Los principales son:

- Gránulo (polen granuloso): Elemento escultural isodiamétrico, no puntiagudo.
- Gema (polen gemado): Elemento escultural no puntiagudo, cuya anchura es igual o mayor que la altura. La base está constreñida.
- Pilo (polen pilato): Elemento escultural no puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura. Forma de clavo.
- Verruga (polen verrugoso): Elemento escultural no puntiagudo, de anchura igual o mayor que la altura, la base no está constreñida.
- Clava (polen clavado): Elemento escultural no puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura. Forma de maza.
- Báculo (polen baculado): Elemento escultural no puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura. Forma de bastón.
- Espina (polen equinado o espinoso): Elemento escultural puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura. Cuando la espina no sobrepasa las 3 μm de la longitud se llama espínula, y el polen, equinulado o espinuloso. Cuando el polen carece por completo de este relieve, se llama psilado^{7, 44}.

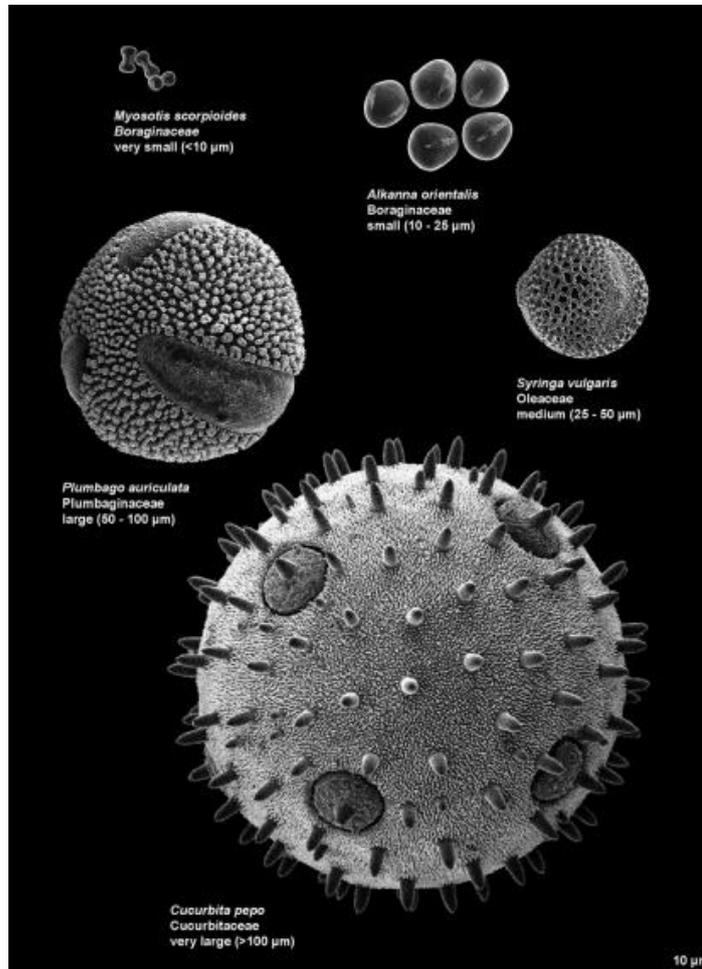


Figura 2. Distintos tamaños de granos de polen (Halbritter et al., 2018)⁴⁴.

1.2.2.3. Composición del polen

El polen tiene un alto valor biológico por los siguientes compuestos: hidratos de carbono, aminoácidos, lípidos, sales minerales, flavonoides, etc. La diferencia en su composición se deberá al origen botánico que presente. Respecto a los carbohidratos, se oscila entre 13-55 g/ 100g. Del 83% de azúcares, se han identificado las siguientes clases de carbohidratos: monosacáridos (46% fructuosa, 37% glucosa) y disacáridos (8% sacarosa, 7% maltosa y 1% de trehalosa y turanosa). El contenido de proteínas es de 10-40 g/ 100 g. La prolina es el principal aminoácido libre que supera ampliamente la mitad del contenido total. El polen contiene todos los aminoácidos esenciales, poniendo atención a la lisina, leucina, isoleucina, fenilalanina, valina, triptófano, metionina y treonina⁴⁶.

Los lípidos son de 1-13g/ 100g. Los ésteres de diferentes ácidos grasos son los principales compuestos representativos de los lípidos. También se encontraron lecitina y aceites grasos.

El contenido mineral depende del origen botánico y son componentes de aminoácidos, fosfolípidos y enzimas. El polen también contiene cantidades importantes de sustancias polifenólicas, principalmente flavonoides^{46,47}.

1.2.2.4. Propiedades del polen

Los productos apícolas derivados de las abejas melíferas como el polen se vienen aplicando desde hace siglos en la medicina tradicional así como en dietas alimentarias y complementos nutricionales por sus propiedades nutricionales y fisiológicas, sobre todo en los que se refiere a sus efectos saludables en el organismo humanos⁴⁸.

El polen recolectado por abejas contiene sustancias nutricionales esenciales como cantidades significativas de sustancias polifenólicas, principalmente flavonoides que pueden actuar como potentes antioxidantes captadores de radicales. La actividad antioxidante del polen depende principalmente de su origen botánico y geográfico⁴⁹.

Esta actividad antioxidante le ha dado la propiedad de tener efectos medicinales y mejoran la inmunidad cuando se usa como fármaco o adyuvante en el curso del tratamiento clínico del paciente. Además, de otros efectos como potenciar la respuesta inmunitaria: inhibir la mutagénesis, disminuir el daño nuclear, bloquear reacciones mediadas por radicales libres⁴⁶.

1.2.2.5. Polinización

La transferencia de polen a la parte de una planta de semillas que contiene los óvulos se llama polinización. Sin embargo, la planta puede tener en una flor tanto anteras como pistilos, y estas pueden polinizarse, acción denominada autopolinización, esto es riesgoso para la planta dado que reduce la variabilidad genética. Lo vital es que

el polen de una antera de una flor en una planta llegue al estigma de la flor pero de otra planta de la misma especie, este mecanismo se denomina polinización cruzada⁴³.

Esta interacción planta-polinizador es fundamental para el mantenimiento de los ecosistemas en el mundo, dado que mantienen la diversidad genética en las poblaciones de plantas. Los polinizadores recibirán recíprocamente por este servicio diversos recursos, generalmente alimentos y otro tipo de nutrientes. Uno de estos recursos es el polen, el cual se un atrayente importante para muchos polinizadores, debido a que por su composición nutritiva forma parte importante de su dieta⁵⁰.

La polinización es realizada por diversos seres vivos, entre ellos los más comunes son los insectos, los cuales prestan este servicio a más del 70% de los cultivos mundiales⁵¹.

De todos los insectos, las abejas representan la mayoría de los insectos polinizadores. Hay aproximadamente 17 000 especies de abejas descritas y entre 20 000 y 30 000 en total estimadas en el mundo. Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima que de unas 100 especies de cultivos que proporcionan el 90% de los alimentos en todo el mundo, 71 son polinizadas por abejas. La contribución de las abejas (principalmente melíferas) y otros insectos a la producción mundial de cultivos para la alimentación humana es de aproximadamente 190 mil millones de dólares cada año, dado que las abejas melíferas polinizan diferentes tipos de cultivos (Tabla 1)⁵².

Cultivos	% polinización por abejas	Cultivos	% polinización por abejas
Almendras	100	Pepino	90
Palta	100	Calabaza	90
Arándano	100	Albaricoque	70
Brócoli	100	Ciruela	70
Zanahoria	100	Fresa	70
Coliflor	100	Pera	50
Apio	100	Sandía	40
Cebolla	100	Coles de Bruselas	30
Manzanas	90	Repollo	30
Espárragos	90	Frijol	10
Cerezas	90	Lechuga	10

Tabla1. Cultivos dependientes de la polinización por abejas. Adaptado de Paudel et al. (2015)⁵².

Sin embargo a pesar de esta gran influencia en la producción alimentaria, actualmente existe una crisis global de polinizadores, cuyas poblaciones tanto silvestres como domesticadas están en declive, lo cual no solo puede causar una catastrófica cascada de extinción en las cadenas alimentarias al interrumpir la polinización, sino que también representa una amenaza a la seguridad alimentaria mundial por su gran servicio ecosistémico⁵¹.

1.2.3. Melisopalinología

De las palabras griegas melissa, que significa “miel” o el latín mel (mellis) = miel; y palinología “tratado del polen”, que se definiría como el estudio del polen en la miel⁸.

Sáenz en 1978 en su publicación titulada “Introducción a la Palinología y Vocabulario Palinológico” define a la Melisopalinología como “parte de la palinología que se ocupa del polen transportado por abejas”⁷.

1.2.3.1 Miel

La miel es uno de los productos derivado de las abejas como la jalea real, el propóleo y el polen comercial o corbicular, que contienen polen⁶. También se puede comentar de esta sustancia líquida su notable sabor dulce, esto se debe a su composición de azúcares, principalmente fructuosa y glucosa, con pocas cantidades de fructooligosacáridos. Los otros componentes que se incluyen dentro de la miel son proteínas, aminoácidos, enzimas (amilasa, catalasa, invertasa, oxidasa), vitaminas (ácido pantoténico, niacina y riboflavina) y minerales (principalmente calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio y zinc) (Tabla 2 y 3).

Análisis próximos	Monto	Análisis próximos	Monto
Agua (%)	15,92 (DE 0,07)	Proteína (%)	0,42 (DE 0,06)
Carbohidrato (g/100g)	88,97 (DE 1,71)	Grasa (%)	0,53 (DE 0,01)
Fructuosa (g/100g)	43,35 (DE 0,02)	Tiamina (mg/100g)	0,01 (DE 0,00)
Glucosa (g/100g)	37,64 (DE 0,01)	Riboflavina (mg/100g)	0,02 (DE 0,00)
Sacarosa (g/100g)	2,03 (DE 0,05)	Niacina (mg/100g)	0,15 (DE 0,01)
Maltosa (g/100g)	2,75 (DE 0,02)	Vitamina B5 (mg/100g)	0,07 (DE 0,03)
Oligosacáridos (g/100g)	3,11 (DE 0,08)	Piridoxina (mg/100g)	0,17 (SD 0,02)
Erlose (g/100g)	0,81 (DE 0,06)	Ácido fólico (mg/100g)	0,006 (DE 0,00)
Melzitosa (g/100g)	0,09 (DE 0,03)	Ácido ascórbico (mg/100g)	2,35 (DE 0,25)
Azúcares glucémicos (%)	76,71 (DE 1,55)	Vitamina K (mg/100g)	0,025 (DE 0,00)
Energía (MJ/Kg)	15,56 (DE 0,21)	Otros nutrientes (%)	0,53 (DE 0,00)

Tabla 2. Macro y micro nutrientes de la miel natural (Media DE). Adaptado de Ajibola (2015)⁵³.

Elemento	Monto	Elemento	Monto
Aluminio (Al)	0.01-2.4	Magnesio (Mg)	0.7-13
Arsénico (As)	0.014-0.026	Manganeso (Mn)	0.02-2
Bario (Ba)	0.01-0.08	Molibdeno (Mo)	0-0.004
Boro (B)	0.05-0.3	Níquel (Ni)	0-0.051
Bromo (Br)	0.4-1.3	Fósforo (P)	2-15
Cadmio (Cd)	0-0.001	Potasio (K)	40-3500
Calcio (Ca)	3-31	Rubidio (Rb)	0.040-3.5
Cloro (Cl)	0.4-56	Selenio (Se)	0.002-0.01
Cromo(Cr)	0.01-0.3	Sodio (Na)	1.6-17

Cobalto (Co)	0.1-0.35	Silicio (Si)	0.05-24
Cobre (Cu)	0.02-0.6	Estroncio (Sr)	0.04-0.35
Fluoruro (F)	0.4-1.34	Azufre (S)	0.7-26
Yoduro (I)	10-100	Vanadio (V)	0-0.013
Hierro (Fe)	0.03-4	Zinc (Zn)	0.05-2
Plomo (Pb)	0.001-0.03	Zirconio (Zr)	0.05-0.08
Litio (Li)	0.225-1.56		

Tabla 3. Elementos químicos de la miel natural. Monto en mg/ 100g. Adaptado de Ajibola (2015)⁵³.

Estas características en su composición influyen en su mecanismo de acción en ser potenciales antimicrobianos, antiinflamatorios, antidiabéticos, gastroprotectores, hepatoprotectores, cardioprotectores y anticancerígenos. El primer efecto antimicrobiano que tiene es el de extraer el agua del entorno, deshidratando a organismos potencialmente infecciosos. Así hay poca o nula disposición de agua para el crecimiento y desarrollo de hongos y bacterias dentro de la miel. Esta acción higroscópica y alto contenido de azúcar, dificulta alguna contaminación por crecimiento de bacterias y otros microbios. El segundo efecto es por el pH bajo que tiene, lo que le confiere una alta acidez con la cual inhibe a los patógenos. Además de la producción de peróxido de hidrógeno formada por la acción de la enzima glucosa oxidasa, que transforma la glucosa, el agua y el oxígeno a ácido glucónico y peróxido de hidrógeno⁵³.

Un ejemplo notable es el de la miel de Manuka, una miel monofloral, conocida por su actividad antimicrobiana. Los investigadores han descubierto que la miel es eficaz contra una amplia gama de patógenos y que tiene propiedades medicinales de interés y puede ser beneficiosa cuando se combina con tratamientos con otros agentes antimicrobianos⁵⁴.

1.2.3.2. Análisis polínico

Sáenz (1978) menciona dos clases de análisis polínicos que se realizan en la miel: el cuantitativo y el cualitativo. El cuantitativo proporciona la cantidad total de polen por unidad de peso. El cualitativo nos indica las especies vegetales y en qué proporción se encuentran en determinado tipo de miel⁷. Para determinar los

porcentajes en el análisis cualitativo debe hacerse un conteo de 1200 granos de polen. Luego la interpretación de los porcentajes son las siguientes:

>45% - Polen dominante

16-45% - Polen secundario

3-15% - Polen de menor importancia

<3% - Polen traza

La miel es caracterizada según esta proporción donde son denominadas monoflorales o uniflorales si su composición es de una especie que supera el 45% en la muestra, mientras que si dos o más especies tienen porcentajes mayores al 10% esta se considerará multi o polifloral²¹.

1.2.3.3. Origen botánico

Si queremos conocer de qué plantas liba el néctar la abeja para producir miel se estudia el polen contenido en ella, este estudio se denomina origen botánico. Esto es debido a que las abejas al transformar en su estómago los jugos de las plantas, aunque digiere el contenido celular del polen por aplastamiento de los granos o salida del contenido a través de las aberturas germinales, dejan intacta la exina, que por sus características permite identificar a la planta⁷.

1.2.4. Abejas melíferas

Las abejas melíferas o *Apis mellifera* se caracteriza por su compleja organización social. Además de su óptimo forrajeo para obtener néctar que luego almacenaran en forma de miel para que la colonia sobreviva con esa fuente de carbohidratos, las abejas también recolectan polen dado que es su fuente principal de proteínas⁵⁵. La abeja obrera es la encargada del forrajeo, son conocidas como abejas pecoreadoras a las que salen a recoger néctar y/o polen de las flores. Por ende la flora que son pecoreadas por abejas melíferas son conocidas como plantas pecoreadas al

producir néctar y/o polen⁸. Que a diferencia de las plantas melíferas o nectaríferas, solo se refieren a estas cuando las flores producen néctar^{6, 18}.

También llamada abeja doméstica, europea o melífera occidental, esta especie es nativa de África, Europa y Medio Oriente. Sin embargo, la llegada de los europeos al continente americano introdujo a esta especie, se resalta el caso de 1956 cuando una variante africana de abeja melífera se cruzó con una variante europea, en el sur de Brasil. De este cruce se produjo una variante, conocida como abejas asesinas. Esta nueva variante se dispersó por toda América, y produce más miel que la variante Europea pero es más agresiva⁵⁶.

Los mayores productores de miel por *Apis mellifera* a nivel mundial son China (398 mil toneladas), Turquía (81 mil toneladas), Ucrania (71 mil toneladas) y Argentina (59 mil toneladas). En Latinoamérica la producción es liderada por Argentina, seguida de México y Brasil⁵.

1.2.4.1 Calidad de polinización económica

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) informa que las abejas melíferas brindan servicios de polinización para varios cultivos alimentarios como almendras, manzanas, toronjas, soja, fresas. También los cultivos agrícolas, frutas y verduras polinizados por abejas están valorados en 20 000 millones de dólares al año en América del Norte. En Canadá han estimado que el valor anual de la polinización por abejas melíferas es de 443 y 1200 millones de dólares canadienses. Por último, para Australia sería un total de 147 millones de dólares americanos⁵². Lo cual hace de esta especie un recurso primordial para la producción alimentaria.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Determinar la flora melífera del Valle del Mantaro en base a estudios palinológicos de mieles de las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo.

2.2. Objetivos específicos

- Conocer las plantas que son pecoreadas por abejas en las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo del Valle del Mantaro.
- Determinar el origen botánico de las mieles del Valle del Mantaro procedentes de las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo.
- Determinar la similitud en las muestras de miel de las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

Se ubica en la Región Junín la cual se encuentra en el centro del Perú, entre las regiones de Lima (oeste), Pasco (norte), Ucayali (noreste), Cusco (este), Ayacucho (sureste) y Huancavelica (suroeste). Abarca las regiones naturales de la sierra y de la selva²³.

La Región Junín tiene una extensión territorial de 44 328, 80 km², que representan el 3.45% del territorio nacional. En la sierra con 20 821 km² (47% de la región) se ubica el valle del Mantaro, el cual está conformado por las provincias de Huancayo, Jauja, Concepción y Chupaca⁵⁷.

En el último censo del INEI se registra a la región con una población de 1 millón 246 mil 038 habitantes, lo cual representa el 4.24% de la población peruana⁵⁸. Sobre la provincia de Huancayo se tiene un total de 545 mil 615 habitantes, Jauja con 83 257, Concepción con 55 591 y Chupaca con 52 988²³.

El clima que predomina en la región Junín es el lluvioso y frío especialmente en su vertiente occidental altoandina, la cual se ubica entre los 2 500 y 4 000 m.s.n.m. El Valle del Mantaro presenta un clima semiseco, con humedad todo el año, y es templado⁵⁹. La zona de vida que comprende el valle es el bosque seco montano bajo tropical (bs-MBT)⁶⁰. También se encuentran áreas naturales protegidas cercanas al valle tal es el caso de la reserva paisajística Nor Yauyos-Cochas y el área de conservación regional Huaytapallana, sin embargo no se encontraban cerca al área de estudio.

El presente estudio ubicado en el Valle del Mantaro comprende los distritos de Mito, Aco, Concepción y Orcotuna de la provincia de Concepción, los distritos de Chupaca, 3 de Diciembre, Huamancaca chico, Ahuac, Huachac, San Juan de Iscos y Chongos Bajo de la provincia de Chupaca y distritos de San Pedro de Saño, El Tambo, San Jerónimo de Tunan, Ingenio, Hualhuas, San Agustín, Sicaya, Pilcomayo, Chilca, Huancan,

Huayucachi, Huacrapuqui, Viques, Chupuro, Pucará y Sapallanga de la provincia de Huancayo (Tabla 4).

Provincias	Distritos
Concepción	Mito
	Aco
	Concepción
	Orcotuna
Chupaca	Chupaca
	3 de Diciembre
	Huamancaca Chico
	Ahuac
	Huachac
	San Juan de Iscos
	Chongos Bajo
Huancayo	San Pedro de Saño
	El Tambo
	San Jerónimo de Tunan
	Ingenio
	Hualhuas
	San Agustín
	Sicaya
	Pilcomayo
	Chilca
	Huancan
	Huayucachi
	Huacrapuqui
	Viques
	Chupuro
	Pucará
Sapallanga	

Tabla 4. Distritos que conforman las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo en el estudio.

Tiene un tamaño de 38.50 kilómetros de largo, siendo el punto más alto de 3550 y el más bajo de 3200 msnm. El estudio inició en la zona en octubre del 2019 y culminó en diciembre del 2021, entre algunos de los meses donde se concentra la floración de las especies vegetales apícolas más importantes, las cuales proporcionan el grueso de la cosecha de miel ⁴.

3.2. Zona de muestreo y obtención de muestras

Se ubicaron 6 zonas de muestreo en la región de Junín, donde se obtuvieron las muestras de miel (Figura 3 y Tabla 5).

Provincias:	Distritos:	Coordenadas:	Altitud (m. s. n. m):
Concepción	Mito	11° 56' 41.8" S 75° 19' 53.1" W	3262
Chupaca	San Juan de Iscos	12° 06' 12.2" S 75° 17' 44.7" W	3292
Huancayo	San Pedro de Saño	11° 57' 28.6" S 75° 15' 45.0" W	3266
Huancayo	Sicaya	12° 00' 54.4" S 75° 16' 30.9" W	3250
Huancayo	Huayucachi	12° 08' 19.5" S 75° 13' 21" W	3244
Huancayo	Sapallanga	12° 08' 42.9" S 75° 09' 20.2" W	3299

Tabla 5. Lugares de colecta de mieles

El diseño de muestreo es no probabilístico por conveniencia⁶⁸, cada apiario se encontraba alejado mínimo 5 Km., aproximadamente de otro evitando la superposición de estos para subestimar la colecta.

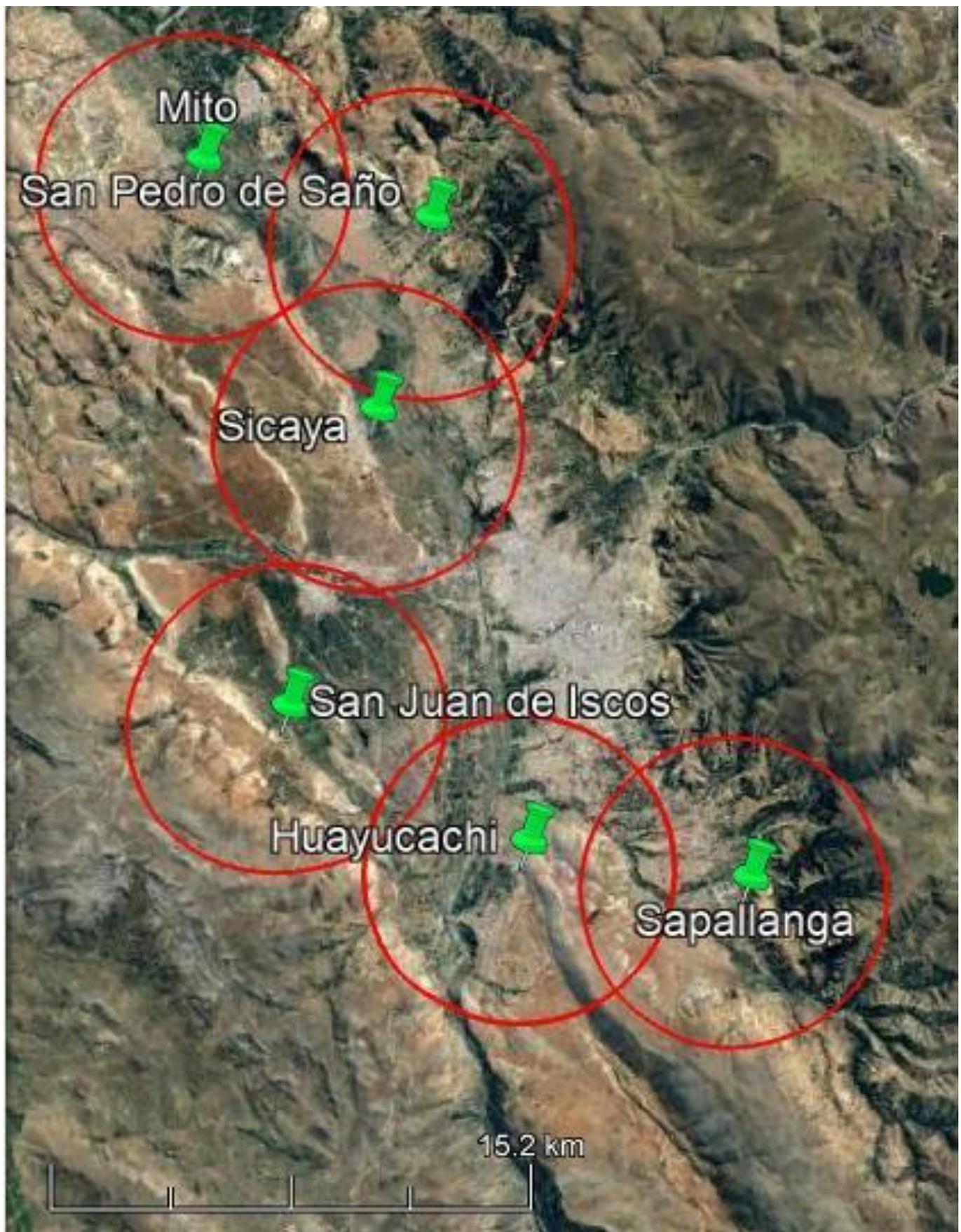


Figura 3. Zonas de colecta: Sapallanga, Huayucachi, San Juan de Iscos, Sicaya, Mito y San Pedro de Saño. Google Earth, 2021.

3.2.1. Fase de campo

3.2.1.1 Colecta de plantas melíferas

Las plantas que eran pecoreadas por *Apis mellifera* fueron colectadas según Bridson (1998)⁶² alrededor de 5 km de cada colmena, el cual es el rango de forrajeo de las abejas²⁵. Con un énfasis en la flora melífera reportada por los autores León y Muñico (1989)¹⁸ así como Gutarra y Pérez (1989)⁴. Se hicieron 2 réplicas por cada planta colectada y adicionalmente se colectó por separado las flores para una descripción palinológica de referencia.

Luego de ello se realizó el etiquetado correspondiente y se generó el código de colecta, que luego era transcrito al cuaderno de campo que contenía los siguientes datos: nombre científico, nombre vulgar, localidad, fecha y coordenadas.

Las plantas colectadas fueron herborizadas en el Laboratorio de Palinología y Paleobotánica (LPP) (Figura 4), para luego ser agregadas al herbario “Magdalena Pavlich” de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Además de la colección separada de las flores preservadas dentro de sobres de papel bond con el mismo código de colecta⁶².



Figura 4. Prensado de las plantas colectadas.

3.2.1.2 Colecta de miel

La miel fue colectada de las 6 zonas donde se ubican las colmenas para ser procesadas. En cada apiario se colectó miel de una colmena al azar (Figuras de a 5 a la 8). Las muestras fueron depositadas en envases de 450 ml y 600 ml de volumen. Se extrajeron 10 muestras de miel en algunos de los meses de campaña del año de cosecha del 2019 (Figura 9) (Tabla 6).



Figura 5. Apiario del distrito de San Pedro de Saño del apicultor e ingeniero zootecnista Raúl Camayo Lapa junto a su hijo Hans Camayo Basurto.



Figura 6. Apiario del distrito de San Pedro de Saño, junto al apicultor e ingeniero zootecnista Raúl Camayo Lapa.



Figura 7. Apiario del distrito de Huayucachi del apicultor Miguel Lara Rojas.



Figura 8. Apiario del distrito de Sapallanga del apicultor Evaristo Cáceres.

N de muestra	Distritos	Meses
1	Huayucachi	Octubre
2	Mito	
3	Sicaya	
4	San Pedro de Saño	Noviembre
5	Mito	
6	Sicaya	
7	Sapallanga	
8	San Juan de Iscos	
9	Mito	Diciembre
10	San Pedro de Saño	

Tabla 6. N de muestras de mieles colectadas en distintos distritos y meses.



Figura 9. Mieles colectadas de izquierda a derecha de la muestra 1 a la 10.

3.2.2. Fase de laboratorio

3.2.2.1 Catálogo de polen

El polen se extrajo de las flores de acuerdo a Erdtman⁶³, en el Anexo 1 se muestra el flujograma del proceso. Con lo cual se describirá el polen de las plantas colectadas mediante la observación a un microscopio. Una vez finalizada la acetólisis, las muestras de polen son almacenadas en viales de vidrio en solución de safranina (Figura 10), los cuales luego se etiquetaron y fueron ingresados a la colección palinológica del Laboratorio de Palinología y Paleobotánica (LPP).



Figura 10. Viales con el polen de las plantas que fueron colectadas.

3.2.2.2 Procesamiento de miel

Siguiendo el método propuesto por Louveaux et al. (1970)²¹. Se pesaron 10g de cada miel y se disolvió en 50 ml de agua destilada. Se homogenizó la mezcla, se colocó en tubos Falcon de 50 ml y se llevó a centrifugar a 2500 rpm x 10 minutos. Luego se colocó la mezcla en tubos de ensayo de 15ml y se siguieron los pasos para la acetólisis

para finalmente ser guardadas en viales (Figura 11). En el anexo 2 se muestra el flujo grama del proceso de acetólisis para la miel.



Figura 11. Viales con el polen de las muestras de miel. Ordenadas de derecha a izquierda.

3.2.2.3 Metodología para la descripción de los tipos polínicos

El polen inmerso en los viales con alcohol, de las muestras de las flores y de la miel, fue extraído con una pipeta transparente de 3ml, para luego ser montadas en láminas portaobjetos y cubiertas con una lámina cubreobjetos. A continuación, fueron visualizadas en un microscopio modelo compuesto binocular de laboratorio de la marca AMSCOPE. Por último, se anotaron las descripciones morfológicas como: tamaño (um), forma, ornamentación, tipo de apertura y número de aperturas. Al finalizar las láminas fueron almacenadas en el LPP.

3.2.2.4 Origen botánico

Una vez que las muestras de miel fueron procesadas se cuenta cada tipo de grano de polen y, sumando los resultados, se obtuvo el total de granos específicos por muestra. A partir de este total se determina la frecuencia y porcentaje de aparición para cada especie (se contó 1200 granos de polen en cada muestra). Asimismo, las muestras de miel son caracterizadas como monoflorales cuando en su composición predominó una especie botánica con porcentaje de polen \geq al 45% y multiflorales o polifloral cuando dos o más especies se presentaron con porcentajes \geq al 10%²¹.

3.3 Tratamiento de datos

Una vez observadas, caracterizadas y determinadas las especies de los granos de polen de las flores, estas fueron anotadas en una lista. En el caso de la miel se hizo un procedimiento similar, salvo que se agregó las frecuencias y porcentaje de los tipos polínicos. Todos estos datos estadísticos descriptivos fueron procesados en el programa Microsoft Office Excel 2007.

Finalmente, para la determinación del coeficiente de similitud en la zona de estudio se utilizó el análisis de conglomerados (clusters) con el índice de Jaccard y el algoritmo UPGMA. Para ello se utilizó el programa PAST.

IV. RESULTADOS

4.1 Plantas pecoreadas en las zonas de muestreo

Se obtuvo un total de 20 especies y 14 familias de plantas apícolas (Anexo 3, Figura 12). La familia de mayor cantidad de especies fue la de las fabáceas con 5 especies seguida de las asteráceas de 4 especies y las demás familias fueron menos de 3 especies (Figura 13).

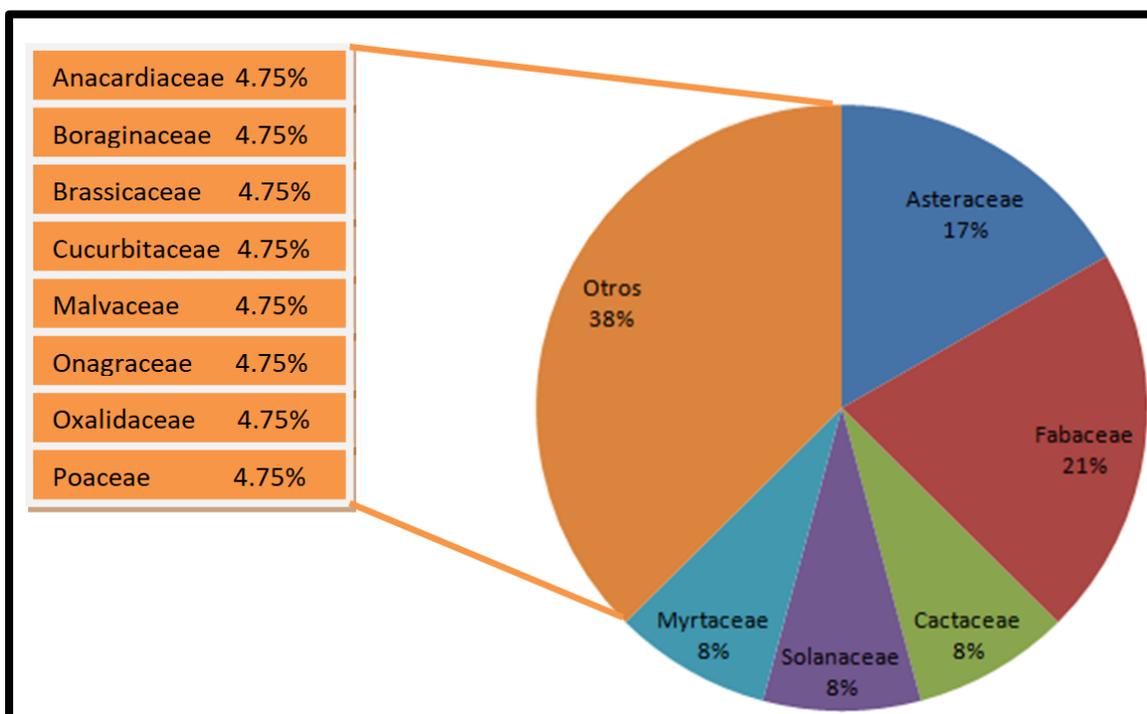


Figura 12. Frecuencia de las familias botánicas pecoreadas por *Apis mellifera* en las provincias de Mito, Concepción, Chupaca y Huancayo. De noviembre a diciembre del 2021.

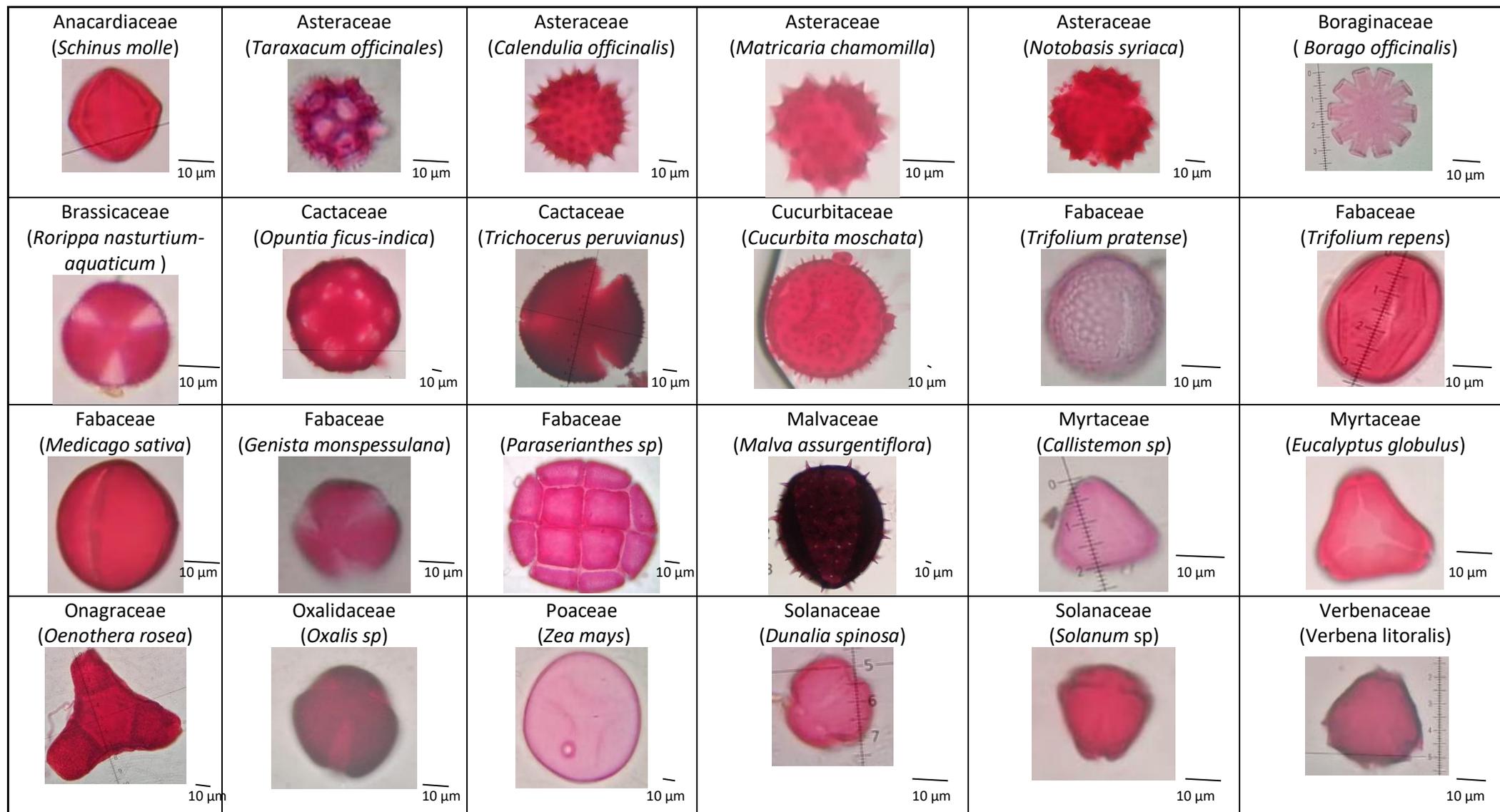


Figura 13. Polen de géneros y especies de familias pecoreadas por abejas en el Valle del Mantaro en las provincias de Mito, Concepción, Chupaca y Huancayo. De noviembre a diciembre del 2021.

4.2 Análisis melisopalinológicos

De las 10 muestras de miel procesadas 8 cumplieron con los requisitos de Louveaux et al. (1970), las 2 muestras restantes que no llegaron al conteo de 1 200 granos de polen procedían del distrito de Sicaya colectadas durante los meses de octubre y noviembre del año 2019.

El espectro polínico de 8 muestras de miel analizadas nos da como resultado del análisis cualitativo (Anexo 4, Figura 14, Tabla 7), un total de 24 tipos polínicos distribuidos en 10 órdenes, 15 familias y 14 especies; así como cuatro tipos polínicos indeterminados.

La mitad de las mieles fueron monoflorales y la otra mitad multiflorales.

Las muestras monoflorales corresponde a los distritos en los meses de:

- San Pedro de Saño/Noviembre
- San Pedro de Saño/Diciembre
- Huayucachi/Octubre
- Mito/Diciembre

Las muestras multiflorales corresponde a los distritos en los meses de:

- Mito/Octubre
- Mito/Noviembre
- Zapallanga/Noviembre
- San Juan de Iscos/Noviembre

De los cinco distritos, la miel proveniente de San Juan de Iscos del mes de noviembre es la que presenta mayor diversidad al tener 19 de los 24 tipos polínicos.

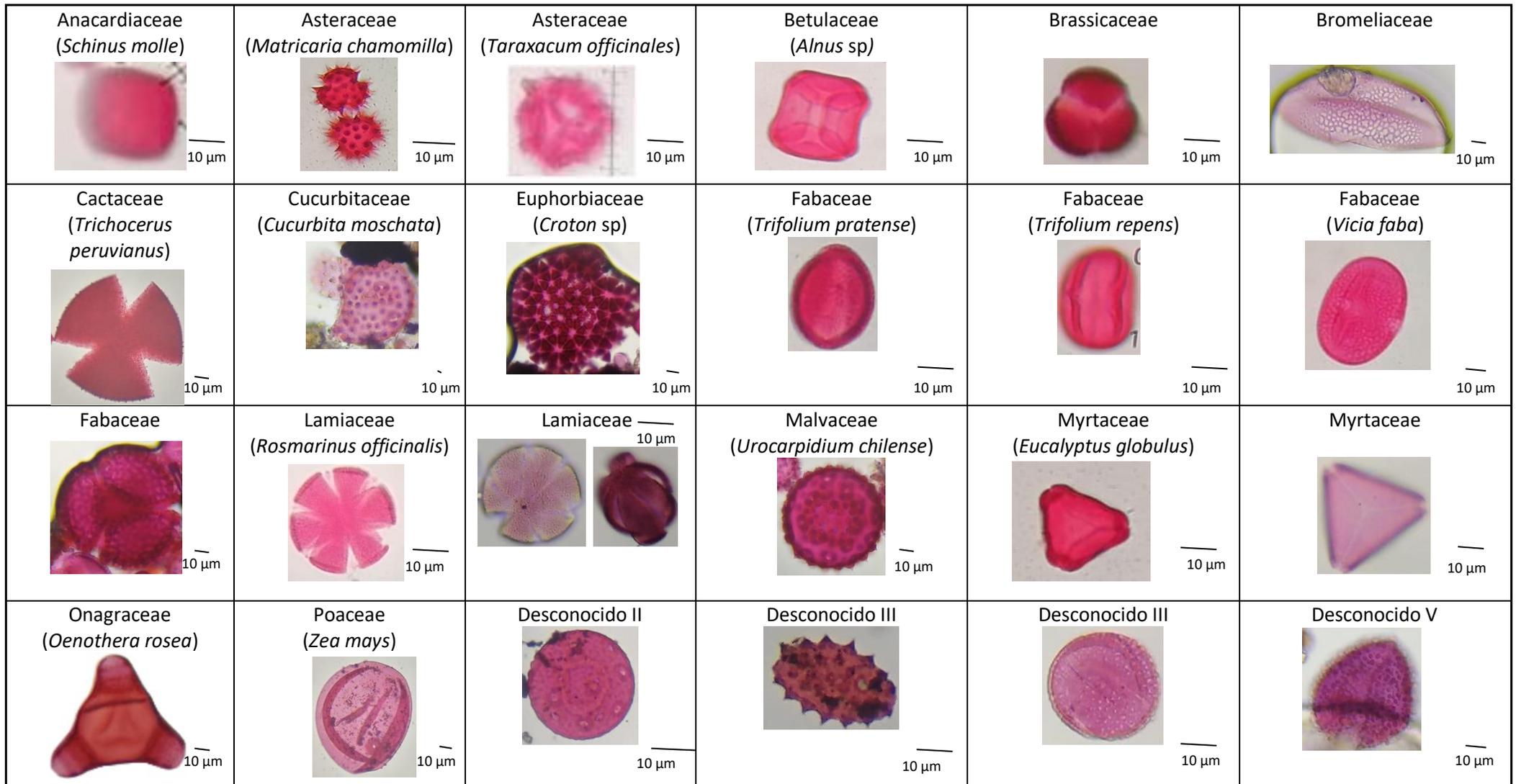


Figura 14. Tipos polínicos de familias, géneros y especies en las mieles en el Valle del Mantaro (Concepción, Chupaca y Huancayo).

Familia	Tipo polínico	San Pedro de Saño		Huayucachi	Mito		Sapallanga	San Juan de Iscos	
		Noviembre	Diciembre	Octubre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Noviembre	Noviembre
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>				0.33			1.75	0.08
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i>		0.08		4.25	2.33		0.45	0.98
	<i>Taraxacum officinale</i>	0.33	1.42	0.25		0.42		1.17	0.08
Betulaceae	<i>Alnus sp</i>	0.42			0.08			0.5	
Brassicaceae	Brassicaceae I	9.163	22.6	0.92	40	38.63	40.4	35.6	30.3
Bromeliaceae	Bromeliaceae I		0.08		0.13	0.53	1.58		0.42
Cactaceae	<i>Trichocereus peruvianus</i>								2.5
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i>					0.08		0.17	
Euphorbiaceae	<i>Croton sp</i>			0.25					0.17
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	6.08		57.67	5.08	2.08	0.08	3	1.17
	<i>Trifolium pratense</i>	3.92		0.08	5	11.2	0.08	5.1	1.75
	<i>Vicia faba</i>		0.25	0.08	0.17		0.5		3.83
	Fabaceae I					0.16			
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>			0.08		0.08	1.17	5.08	0.33
	Lamiaceae I							0.33	
Malvaceae	<i>Urocarpidium chilense</i>		0.5					0.17	14.6
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	73.85	74.32	21.84	44.88	44.17	52	44.02	33.54
	Myrtaceae I			1.58					
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i>	0.08		0.33	0.08	0.08			0.08
Poaceae	<i>Zea mays</i>	0.5	0.42			0.08		0.5	0.42
Solanaceae	<i>Dunalia spinosa</i>			16.92				0.17	
	<i>Solanum sp</i>						0.08	0.25	0.25
Desconocido I		5.58	0.25			0.16		1.16	1.92
Desconocido II		0.08						0.58	
Desconocido III			0.08				4.11		6.5
Desconocido IV									1.08

Tabla 7. Espectro polínico de las muestras de miel de los distritos de San Pedro de Saño Huayucachi, Mito, Sapallanga y San Juan de Iscos en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Los números corresponden a porcentajes. Rojo para las muestras monoflorales (>45%) y verde para las multiflorales (las dos primeras muestras superando el 10% pero menos del 45%).

4.2.1 Distrito de San Pedro de Saño

Para el distrito de San Pedro de Saño se colectó en los meses de noviembre y diciembre del año 2019.

La miel en el mes de noviembre es monofloral, teniendo al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como la especie dominante con un 73.85% de presencia. El polen de menor importancia fue registrado en los morfotipos: Brassicaceae (9.163%), *Trifolium repens* (6.08%), descocado I (5.58%) y *Trifolium pratense* (3.92%). El polen traza proviene de *Zea mays* (0.5%), *Alnus sp* (0.42%), *Taraxacum officinale* (0.33%), *Oenothera rosea* (0.08%) y desconocido II (0.08%).

La miel en el mes de diciembre es monofloral, teniendo al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como la especie dominante con un 74.32% de presencia. Como polen secundario al morfotipo Brassicaceae (22.6%) y como polen traza a *Taraxacum officinale* (1.42%), *Urocarpidium chilense* (0.5%), *Zea mays* (0.42%), *Vicia faba* (0.25%), desconocido I (0.25%), *Matricaria chamomilla* (0.08%), Bromeliaceae (0.08%) y desconocida III 0.08%).

4.2.2 Distrito de Huayucachi

Para el distrito de Huayucachi solo se colectó la miel del mes de octubre.

La miel en el mes de octubre es monofloral, teniendo al trébol blanco (*Trifolium repens*) como la especie con mayor porcentaje con 57.67%, seguido del eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con 21.84% como un polen secundario junto a *Dunalia spinosa* (16.92). Polen traza de Myrtaceae (1.58%), Brassicaceae (0.92%), *Oenothera rosea* (0.33%), *Taraxacum officinale* (0.25%), *Croton sp* (0.25%), *Trifolium pratense* (0.08%) *Vicia faba* (0.08%) y *Rosmarinus officinalis* (0.08%).

4.2.3 Distrito de Mito

Para el distrito de Mito se logró coleccionar la miel en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

La miel en el mes de octubre es multiflora, teniendo al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como la especie con mayor porcentaje con 44.88%, seguido de una brassicaceae con 40% y como polen de menor importancia al *Trifolium repens* (5.08%), *Trifolium pratense* (5%) y *Matricaria chamomilla* (4.25%). Como polen traza *Schinus molle* (0.33%), *Vicia faba* (0.17%), Bromeliaceae (0.13%), *Alnus sp* (0.08%) y *Oenothera rosea* (0.08%).

La miel en el mes de noviembre es multiflora, teniendo al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como la especie con mayor porcentaje con 44.17%, seguido de una Brassicaceae con 38.63% y por último el trébol rojo (*Trifolium pratense*) con 11.2%. Como polen traza *Matricaria chamomilla* (2.33%), *Trifolium repens* (2.08%), Bromeliaceae (0.53%), *Taraxacum officinale* (0.42%), Fabaceae (0.16%), desconocido I (0.16%), *Cucurbita moschata* (0.08%), *Rosmarinus officinalis* (0.08%), *Oenothera rosea* (0.08%) y *Zea mays* (0.08%).

La miel en el mes de diciembre es monoflora, teniendo al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como la especie dominante con un 52% de presencia. Como polen secundario al morfotipo Brassicaceae con 40.4%, como polen de menor importancia a desconocido III (4.11%) y como polen traza Bromeliaceae (1.58%), *Rosmarinus officinalis* (1.17%), *Vicia faba* (0.5%), *Trifolium repens* (0.08%), *Trifolium pratense* (0.08%) y *Solanum sp* (0.08%).

4.2.4 Distrito de Sapallanga

Para el distrito de Sapallanga solo se coleccionó en el mes de Noviembre.

La miel en el mes de noviembre es multiflora, teniendo al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con mayor porcentaje con 44.02% seguido de la Brassicaceae con 35.6%. Como polen de menor importancia *Trifolium pratense* (5.1%),

Rosmarinus officinalis (5.08%) y *Trifolium repens* (3%). Como polen traza *Schinus molle* (1.75%), *Taraxacum officinale* (1.17%), desconocido I (1.16%), desconocido II (0.58%), *Alnus sp* (0.5%), *Zea mays* (0.5%), *Matricaria chamomilla* (0.45%), Lamiaceae (0.33%), *Solanum sp* (0.25%), *Cucurbita moschata* (0.17%), *Urocarpidium chilense* (0.17%) y *Dunalia spinosa* (0.17%).

4.2.5 Distrito de San Juan de Iscos

La miel en el mes de noviembre es multifloral, teniendo al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con mayor porcentaje con 33.54%, seguido de la Brassicaceae con 30.3% y por último el puchpush (*Urocarpidium chilense*) con 14.6%, desconocido III (6.5%) y *Vicia faba* (3.83%). Como polen traza *Trichocereus peruvianus* (2.5%), desconocido I (1.92%), *Trifolium pratense* (1.75%) *Trifolium repens* (1.17%), desconocido IV (1.08%), *Matricaria chamomilla* (0.98%), Bromeliaceae (0.42%), *Zea mays* (0.42%), *Rosmarinus officinalis* (0.33%), *Solanum sp* (0.25%), *Croton sp* (0.17%), *Schinus molle* (0.08%), *Taraxacum officinale* (0.08%), y *Oenothera rosea* (0.08%).

4.3 Similitud entre las muestras de miel de los apiarios del distrito de: San Pedro de Saño, Huayucachi, Mito, Sapallanga y San Juan de Iscos.

La similitud más asociada fue entre las mieles del distrito de Mito y San Pedro de Saño del mes de noviembre con un valor de similitud de 0.53, al igual que las mieles de San Juan de Iscos del mes de noviembre y San Pedro de Saño del mes de diciembre (Tabla 8, Figura 7).

El cluster entre los meses de octubre (Huayucachi y Mito) fue de 40% y otro cluster conformado por noviembre (Mito, San Pedro de Saño, Sapallanga y San Juan de Iscos) y diciembre (Sapallanga) del aproximadamente el 44%. Salvo la muestra de diciembre del distrito de Mito que se asemejaba en un 46% de similitud con el mismo distrito pero del mes de octubre.

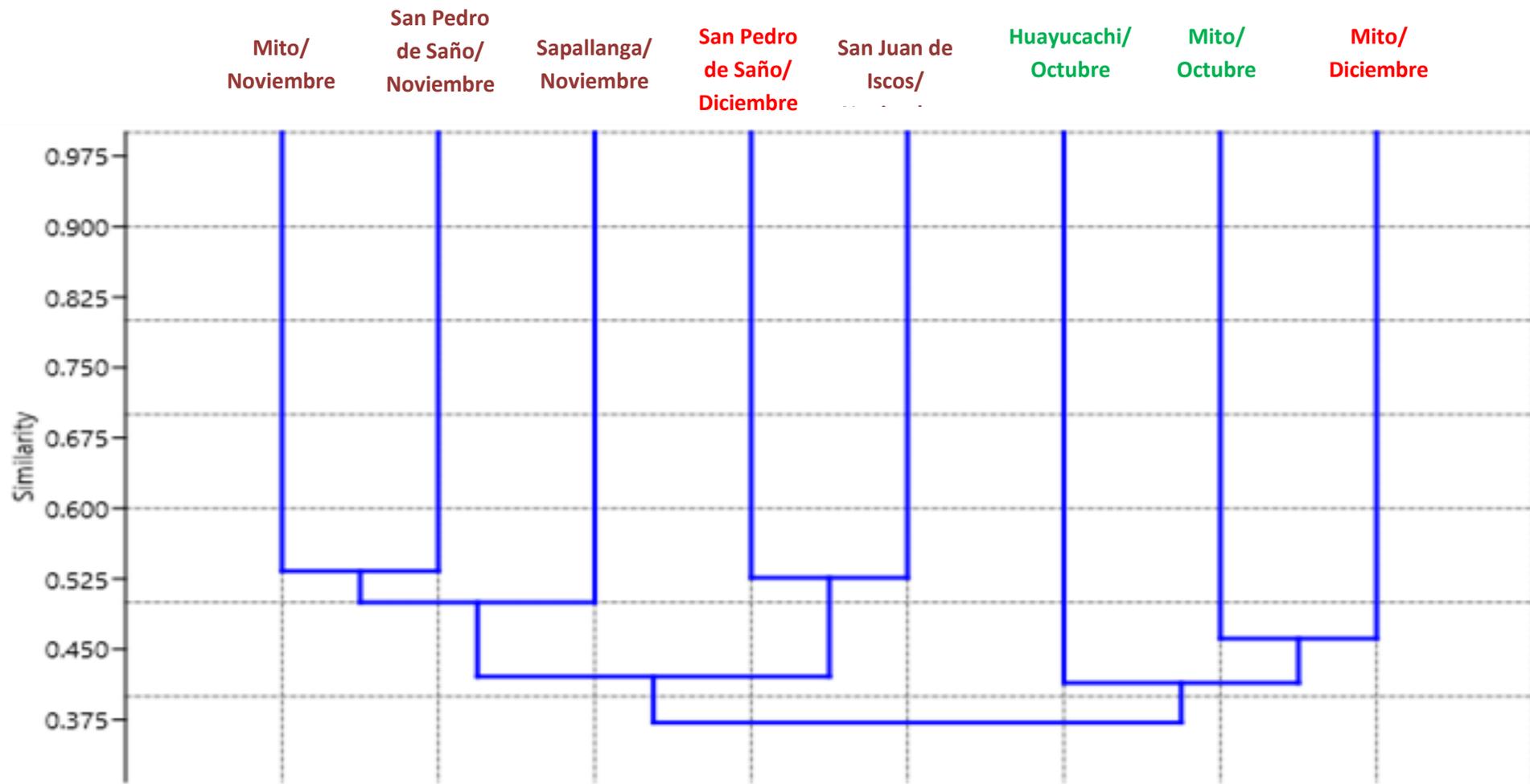


Figura 15. Dendrograma de Similitud entre las muestras de miel del distrito de San Pedro de Saño, Huayucachi, Mito, Sapallanga y San Juan de Iscos en los meses de octubre (verde), noviembre (marrón) y diciembre (rojo); correspondiente a sus provincias Huancayo (H), Chupaca (CH) y Concepción (C).

	San Pedro de Saño/ Noviembre	San Pedro de Saño/ Diciembre	Huayucachi /Octubre	Mito/ Octubre	Mito/ Noviembre	Mito/ Diciembre	Zapallanga/ Noviembre	San Juan de Iscos/ Noviembre
San Pedro de Saño/ Noviembre	1							
San Pedro de Saño/ Diciembre	0.33	1						
Huayucachi/ Octubre	0.4	0.24	1					
Mito/Octubre	0.43	0.33	0.4	1				
Mito/Noviembre	0.53	0.44	0.41	0.44	1			
Mito/Diciembre	0.27	0.36	0.43	0.46	0.38	1		
Zapallanga/ Noviembre	0.5	0.35	0.33	0.35	0.5	0.3	1	
San Juan de Iscos/ Noviembre	0.38	0.53	0.43	0.45	0.52	0.47	0.5	1

Tabla 8. Índice de similitud entre las muestras de miel del distrito de San Pedro de Saño, Huayucachi, Mito, Sapallanga y San Juan de Iscos en los meses de octubre, noviembre y diciembre

V. DISCUSIÓN

5.1. Plantas pecoreadas.

Se registraron las especies *Taraxacum officinale*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Oenothera rosea*, *Oxalis sp.*, *Schinus molle*, *Dunalia spinosa*, *Solanum americanum* y *Verbena litoralis* según lo reportado por Yarupaitán y Albán en Fanerógamas de la provincia de Huancayo, Perú⁶⁴. Del mismo modo los bosques de *Eucalyptus globulus*, son indicadores de especies de la zona de vida Bosque seco Montano bajo Tropical (bs-MBT). Los árboles *Schinus molle* y *Dunalia spinosa*, también fueron reportados por Terreros y Reynel en Arbustos del valle del Mantaro, Dp. de Junín (Perú) y su potencial para la protección de suelos⁶⁵.

Hace 32 años (1989) se realizó en el valle del Mantaro una investigación relacionada con la flora apícola, tanto en la época seca y lluviosa, observando las especies vegetales que pecorea para obtener ya sea polen y/o néctar⁴. Coincidiendo con 11 especies con este estudio *Schinus molle*, *Taraxacum officinale*, *Borago officinalis*, *Cucurbita moschata*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Medicago sativa*, *Eucalyptus globulus*, *Oxalis sp.*, *Dunalia spinosa* y *Verbena litoralis*. Del mismo modo la investigación de León y Muñico de 1989, reporta especies similares como *Schinus molle*, *Opuntia ficus-indica*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Eucalyptus globulus*, *Oenothera rosea*, *Oxalis sp.* y *Zea mays*.

Por otro lado, se reportaron 9 taxones nuevos respecto a la colecta de 1989 que fueron pecoreadas por las abejas en la actualidad las cuales son: *Calendula officinalis*, *Matricaria chamomilla*, *Notobasis syrica*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Genista monspessulana*, *Paraserianthes sp.*, *Malva assurgentiflora*, *Callistemon sp.* y *Solanum americanum*.

Respecto a las especies de asteráceas reportadas, *Calendula officinalis* es cultivada como ornamental⁶⁶, se tiene reportado que el pecoreo a esta planta es por sus granos de polen como lo menciona Margaoan et al (2014) en su estudio del perfil de carotenoides en Rumania⁶⁷ razón por la cual se han encontrado granos de polen en las mieles observadas. En el caso de la “manzanilla” (*Matricaria chamomilla*) ha sido reportada como tratamiento alternativo para afecciones en sistema digestivo en Huancayo, Pucará⁶⁸. *Matricaria chamomilla* también ha sido evidenciado por Dimou et al. (2014) en el estudio melispalinológico de mieles en 44 apiarios en Grecia⁶⁹, esta afirmación es corroborada con los hallazgos de esta especie en las mieles analizadas. Por último *Notobasis syrica* ha sido identificado en los análisis polínicos de mieles en la región del Alto Ouerrha (Noroeste de Marruecos)^{70,71}, sin embargo, en el análisis de las mieles de esta investigación no ha sido reportada, esto puede deberse a que este recurso, para las abejas de la zona, es útil como fuente de polen.

El registro de pecoreo de la familia Brassicaceae es nuevo para la zona de estudio respecto a la especie *Rorippa nasturtium-aquaticum* la presencia de esta especie es reportada por Yarupaitán y Albán en Fanerógamas de la provincia de Huancayo, Perú⁶⁴. Las plantas del género *Rorippa* ha sido reportada como recurso melífero en un estudio realizado en Irlanda⁷². Por otro lado, Pérez (1989), indica que otras especies de Brassicaceae tales como *Brassica campestris*, *Brassica chinensis*, *Brassica nigra*, *Brassica oleracea*, son visitadas por las abejas como recurso apícola.

Para las fabáceas se reportó que *Genista monspessulana* es recurso apícola para las mieles de Riobamba, Ecuador⁷³ y para *Paraserianthes* sp. es propia de zonas urbanas del distrito de Huancayo tal como lo reportan Chamorro y Falconi⁷⁴, esta especie también ha sido reportada por análisis melispalinológicos en mieles del Norte de Malasia⁷⁵.

Loja (2002) identifica a *Malva assurgentiflora*, como parte de la flora del Valle del Mantaro, específicamente en la provincia de Concepción, la cual incluye al distrito de Mito, una de las zonas de colecta del presente estudio⁷⁶. Además, el género *Malva* ha sido reportado en estudios melispalinológicos de mieles de Galicia al noreste de España⁷⁷.

Callistemon sp de la familia de las Myrtaceae también ha sido identificada para análisis de polen en seis mieles provenientes del distrito de Varanasi, India⁷⁸. Por último, de la familia de las solanáceas tenemos a *Solanum sp.* el cual es reportado por nuevamente por Yarupaitán y Albán⁶⁴. Y además de ello también han sido determinados en estudios melisopalinológicos de la región montañosa nororiental de la India⁷⁹.

5.2. Análisis de mieles

5.2.1. Mieles analizadas y descartadas

Dos de las diez mieles no cumplieron con el número total de granos de polen (1200), propuesto por Louveaux et al. (1970)²¹ para el conteo, lo cual es necesario para realizar el análisis del origen botánico, por ello fueron descartadas. Estas mieles descartadas proceden del distrito de Sicaya. La ausencia de granos de polen puede deberse a que esta zona de dónde provenía la colmena ya se considera urbana como una prolongación de la ciudad de Huancayo. Está demostrado que la urbanización limita la reserva de especies reduciendo su diversidad^{80, 81} además de la pérdida y fragmentación del hábitat que pueden disminuir la riqueza y abundancia de especies^{81, 82}. Lo cual se evidencia por una menor cantidad de recursos apícolas registrado en las mieles de esta localidad.

Por otro lado, existen estudios⁸² que indican que esta condición no es un factor limitante para la presencia de abejas, tal como lo indican los estudios en ciudades con jardines comunitarios y cerca de áreas agrícolas, donde se ha reportado la presencia y diversidad de abejas⁸¹. Debido a que es en estas zonas donde existen recursos apícolas como el diente de león (*Taraxacum officinale*)⁸³.

Otro factor que pudo afectar es el filtrado que en ocasiones se aplica para eliminar grandes cantidades de azúcar, partes de insectos u otros desechos de la miel, sin embargo, también se eliminan accidentalmente los granos de polen⁴¹. Otra posible razón es que las abejas encuentren otras fuentes de azúcares además del néctar de las flores⁴¹.

5.2.2. Espectro polínico

San Pedro de Saño

La miel de San Pedro de Saño es monofloral tanto en el mes de noviembre como de diciembre. La planta principal que brinda el recurso melífero es el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (Figura 16 y 17) este registro es semejante a lo descrito por León y Muñico (1989)¹⁸, para esta zona de estudio (entre los distritos de San Agustín de Cajas y San Jerónimo). Además, se ha reportado a plantas del género *Eucalyptus* como marcador geográfico, para la zona andina³⁸.



10 μ m

Figura 16. Polen de *Eucalyptus globulus* 25 μ m.



Figura 17. *Eucalyptus globulus* pecoreado por abeja.

También se pudo evidenciar polen de poca frecuencia como el de maíz (*Zea mays*) (Figura 18), planta registrada en el proceso de pecoreo (Figura 19). Este polen es traza al estar presente con una frecuencia menor al 3%. Lo cual indica que no es la principal fuente nectarífera a pesar de ser pecoreada lo cual se explica debido al uso del polen como fuente nutritiva^{82, 84}. Y es posible que se tratara que la abeja que colectó este grano de polen sea de un individuo joven o adulto, dado que las obreras en etapa tanto adulta como juvenil se encargan de la colecta de polen, y solo las de etapa adulta del néctar para la formación de miel.



Figura 18. Polen de *Zea mays* 100 μm.



Figura 19. *Zea mays* pecoreada por abeja.

Huayucachi

La miel de Huayucachi es monofloral de *Trifolium repens* “trébol blanco” (Figura 20 y 21), lo cual difiere con el registro de 1989 donde la miel recolectada de esta zona se registró como monofloral de eucalipto. Estudios recientes reportan la presencia de “trébol blanco” en esta zona, indicando que es una planta útil para los productores apícolas del Valle del Mantaro¹⁹.

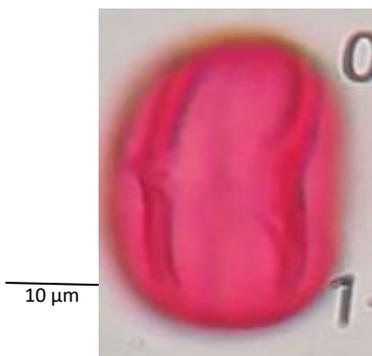


Figura 20. Polen de *Trifolium repens* 30 μm.



Figura 21. *Trifolium repens* pecoreado por abeja.

Según el estudio de identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del río Mantaro realizado por Garay y Ochoa⁸⁵, el apiario del distrito de Huayucachi se

encuentra cercano a zonas de pastizales sin árboles de eucalipto, lo que explica su baja proporción de granos en la miel, condición que ha cambiado desde registro apícola de 1989¹⁸.

Además, esta localidad está rodeada por zonas urbanas, debido al aumento de la población en los últimos años⁸⁶, presentando una actividad agrícola no intensiva, lo cual explica la baja cantidad de otros granos de proveniencia agrícola de importante fuente melífera, como son las especies de la familia Brassicaceae.

Áreas agrícolas no extensivas y urbanizadas le brinda al trébol blanco un espacio propicio para su desarrollo ya que es una especie que se ha adaptado a todos los continentes donde sea introducido, como en las regiones más frías del Ecuador y subtrópicos^{87, 88}. Esta planta también es considerada una “planta modelo” para investigaciones de adaptaciones de plantas en áreas urbanizadas^{89, 90}.

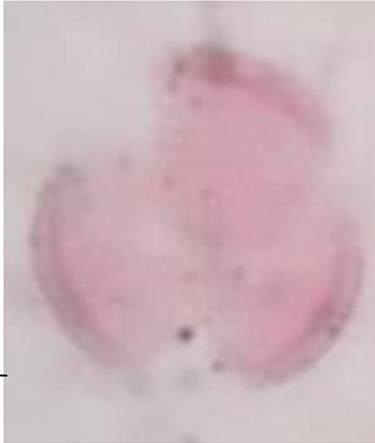
Por todo esto, se observa a la especie *Trifolium repens* como predominante en las mieles analizadas de la zona de Huayucachi, lo cual es semejante a lo que ocurre en otros lugares de producción apícola como Irlanda⁹¹ y Polonia⁹².

Mito

La miel del distrito de Mito en octubre y noviembre es multifloral teniendo al eucalipto como la cantidad más elevada seguida de un morfotipo de la familia Brassicaceae (Figura 22 y 23), dicho resultado es semejante al reportado en una de las submuestras de este mismo distrito en 1989 por León y Muñoz¹⁸.

Así mismo, Asunción en su tesis del 2014 menciona a la mostaza (*Brassica campestris*), una Brassicaceae, como un vegetal útil para los productores apícolas del Valle del Mantaro para la provincia de Concepción que incluye al distrito de Mito¹⁹. Además, se reporta otra especie de brassicaceae: *Brassica rapa* subespecie *campestris* como un elemento florístico representativo en el distrito de Matahuasi, el cual limita con el distrito de Mito donde se encontraba la colmena⁹³.

Para el mes de diciembre la miel producida es monofloral siendo el eucalipto la fuente melífera principal, similar resultado del estudio de 1989.



10 μm

Figura 22. Polen de Brassicaceae 25 μm .



Figura 23. *Rorippa nasturtium-aquaticum*, Brassicaceae pecoreada por abeja.

Sapallanga

La miel de Sapallanga es multifloral lo cual difiere a lo reportado por León y Muñoz¹⁸ quienes la reportan como monofloral de eucalipto lo cual se explica por un proceso de deforestación de este recurso para convertir a estas zonas donde antiguamente abundaban árboles de esta especie en agrícolas o urbanas.

El registro botánico actual de las mieles indica como principales recursos al eucalipto, junto con el morfotipo de la familia Brassicaceae. La aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del río Mantaro⁸⁵ evidencia cerca al apiario áreas con actividad agrícola intensiva, los cuales suelen estar limitados por árboles de eucalipto, fuente melífera principal para el distrito de Sapallanga, lo cual justificaría su proporción (44.02%), en comparación con el polen del morfotipo de la familia Brassicaceae (35.6%). Esto evidencia que las abejas prefieren ligeramente el recurso de *Eucalyptus globulus*, a pesar de que sus flores se encuentran mucho más altas condición que se ha sostenido en el tiempo aun cuando el recurso se encuentra en menor abundancia.

Se puede apreciar que cerca al apiario el área urbana ha crecido, debido al aumento de la población⁸⁶. Sin embargo, esto no ha eliminado del todo las zonas de uso agrícola. Lo cual, a diferencia del apiario de Huayucachi, es observado en la presencia y proporción de polen en miel de plantas cultivables como las Brassicaceae.

Un estudio realizado al sur de Buenos Aires, Argentina, reporta a la familia de las Brassicaceae como un elemento en proporciones elevadas en las mieles⁹⁴. Otras investigaciones en mieles de Australia⁹⁵ o del sur de Asia, en la India en Uttar Pradesh⁹⁶ también reportan a las Brassicaceae como recurso melífero importante. Por último, esta familia de plantas también ha sido reportada como maleza⁹⁷ lo cual concuerda con algunas especies como *Lepidium latifolium*, que está adaptada al frío a grandes altitudes, dicha propiedad ha sido aprovechado para investigaciones en su adaptaciones a estas condiciones⁹⁸.

San Juan de Iscos

La miel de este distrito es multifloral, siendo similar a lo reportado en una de las submuestras de León y Muñico de 1989¹⁸ teniendo al eucalipto y a la Brassicaceae como una de las principales fuentes melíferas. Además, se encuentran como polen traza de bajas proporciones al perteneciente a las asteráceas *Matricaria chamomilla* (Figura 24 y 25) y *Taraxacum officinale* (Figura 26 y 27). Las abejas suelen recoger el néctar o polen de estas plantas, cuando sus fuentes principales no están disponibles y estas suelen ser plantas herbáceas como en el caso de estas asteráceas⁹⁹.



10 µm



Figura 24. Polen de *Matricaria chamomilla* 23 µm.

Figura 25. *Matricaria chamomilla* pecoreada por abeja.

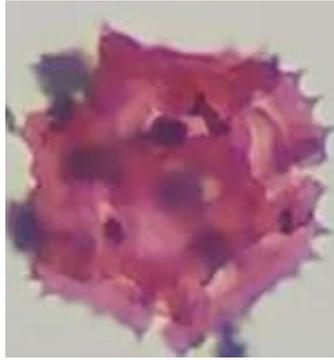


Figura 26. Polen de *Taraxacum officinale* 25 μm.



Figura 27. *Taraxacum officinale* pecoreada por abeja.

5.3. Similitud entre las mieles del Valle del Mantaro

La similitud se asocia más a tiempo que a espacio dado que vemos una asociación del 40% entre los meses de octubre (Huayucachi y Mito) y otro cluster asociado al 44% conformado por noviembre (Mito, San Pedro de Saño, Sapallanga y San Juan de Iscos) y diciembre (Sapallanga). En el mismo mes de noviembre, las muestras de Mito y San Pedro de Saño son las más asociadas (53%).

Salvo la muestra del distrito de Mito del mes de octubre que se asocia en un 46% con el mismo distrito, pero en el mes de diciembre, esto puede deberse a que cerca del apiario se evidencia una gran cantidad de árboles de eucalipto, que según el calendario de flora apícola del Valle del Mantaro⁴ es en ese mes donde florece y provee de néctar, y dado que las abejas prefieren lugares conocidos para la obtención de sus recursos alimentación que otros nuevos¹⁰⁰ esto influiría en su proporción de polen en la miel. Por ello las abejas no se verían en la necesidad de ir en búsqueda de nueva flora nectarífera dado que tienen el recurso melífero abundante cerca, lo cual influiría en la muestra de miel reduciendo el número de especies visualizadas y por ende al cluster, lo que conllevaría a una asociación al mes de octubre con otra composición floral que el mes de noviembre.

5.4. Plantas melíferas

La composición floral que se hizo por la observación de flora pecoreada que estuvo presente en las mieles fueron *Schinus molles*, *Taraxacum officinalis*, *Matricaria chamomilla*, *Brassicaceae*, *Trichocerus peruvianus*, *Cucurita moschata*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Eucalyptus globulus*, *Oenothera rosea*, *Zea mays*, *Dunalia spinosa*, y *Solanum sp.* El resto de flora que no pudo evidenciarse en la miel, pero si en el pecoreo pudo deberse a que las abejas suelen pecorear ciertas plantas para obtener otro producto de la planta diferente al néctar, como solo polen, aunque en otras ocasiones una misma planta les brinda ambos productos^{101, 102}.

De todas las plantas evidenciadas en la miel, por la proporción se logra identificar al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como la planta dominante en 6 de las 8 muestras de miel, incluidas las multiflorales del distrito de Mito en los meses de octubre y noviembre, y Sapallanga en el mes de noviembre. Resultado similar a lo reportado por León y Muñico en el 89. La familia Brassicaceae es la segunda fuente principal melífera importante, salvo en la muestra de San Juan de Iscos en el mes de noviembre, que se posiciona como la principal, similar al resultado del 1989. El trébol blanco (*Trifolium repens*) en el distrito de Huayucachi en el mes de octubre ha sido reportado para esta investigación como una nueva especie dominante y por ende fuente principal. Por lo tanto el origen botánico en el Valle del Mantaro en las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo en el año 2019 son *Eucalyptus globulus*, el morfotipo de la familia Brassicaceae y *Trifolium repens*.

Los nuevos registros polínicos respecto al estudio de 1989, indican que la miel del Valle del Mantaro presenta como nuevos taxones a las familias Bromeliaceae y Euphorbiaceae, un morfotipo de la familia Myrtaceae y a la especie *Matricaria chamomilla* de la familia de las Asteraceae.

El género *Tilandsia* de la familia de las Bromeliaceae, se reportan dentro del Valle, en el estudio de Galván y Castillo en Fanerógamas de la provincia de Huancayo⁶⁴, las cuales también han sido reportadas con aporte melífero en la flora palinológica en mieles de zonas montañosas forestales de Uruguay¹⁰³.

La familia Euphorbiaceae también es reportada por Galván y Castillo⁶⁴, siendo el género *Euphorbia*, el que se ha documentado en el análisis de polen de mieles procedente de Alemania realizado por Dustmann y Ohe¹⁰⁴.

Respecto al morfotipo de la familia de las Myrtaceae, Sáenz reporta (1978), que son en las zonas subtropicales y tropicales donde se tiene en el espectro polínico como dominancia a las familias: myrtaceae, fabaceae (mimosaceae) y otras plantas de hábitat tropical¹⁸.

Por último, la especie *Matricaria chamomilla* de la familia de las asteraceae también ha sido documentada como parte de los análisis en estudios melisopalinológicos de mieles uruguayas¹⁰⁵.

VI. CONCLUSIONES

- La flora pecoreada está compuesta por 20 especies y 14 familias de plantas apícolas siendo las de mayor frecuencia la familia de las Fabaceae.
- El origen botánico de las mieles del Valle del Mantaro (Junín-Perú) de las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo en los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2019 se caracteriza por la presencia del polen de *Eucalyptus globulus*, Brassicaceae y *Trifolium repens*.
- La similitud entre las mieles fueron más evidentes en tiempo que en espacio, encontrándose mayor similitud entre las mieles producidas en los meses de noviembre y diciembre.
- El aumento de áreas urbanas cercana a los colmenares influye en la proporción de granos de polen de su fuente nectarífera principal, el eucalipto, que a diferencia de hace 30 años era el recurso más abundante en comparación con la actualidad.

VII. RECOMENDACIONES

- Los colmenares deben ubicarse preferentemente cerca de bosques de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), césped de trébol blanco (*Trifolium repens*) y en caso de zonas agrícolas, de preferencia de la familia Brassicaceae, por ejemplo zonas de cultivo de la mostaza (*Brassica rapa* subespecie *campestris*).
- Realizar un estudio periódico de la composición polínica en las mieles del Valle del Mantaro nos daría una mejor idea de la dinámica poblacional de los recursos melíferos en cada zona y que acciones tomar para la cosecha y conservación de ciertas especies melíferas.
- Realizar una colecta extensiva de las plantas pecoreadas cercanas al apiario, para tener un catálogo de referencia al momento de identificación.
- Complementar los estudios melisopálinológicos en muestras de miel con análisis palinológicos en muestras de polen corbicular.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bonilla E. Una aproximación al paisaje cultural del valle del Mantaro. Ingeniería Industrial [Internet]. 2010; (28):229-242. Disponible en:http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/250/225
2. Garayar C. Atlas departamental del Perú, Junín-Huancavelica. Primera edición. Lima: Ediciones PEISA; 2003.
3. Cuellar J, Medina T. Agrobiodiversidad, género y cambio climático en la cuenca del río Mantaro. En: Tecnología y Sociedad. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, n° 8. 2009. pp. 83-99.
4. Gutarra, I, Pérez, E. Evaluación de la flora melífera en el valle del Mantaro. 1989. Tesis UNCP. Huancayo.
5. MINAGRI. Plan Nacional de desarrollo apícola 2015-2025. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego. 2015.
6. Sáenz C, Gómez C. Mieles Españolas- Características e identificación mediante el análisis del polen. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. 1999
7. Sáenz C. Polen y esporas. Introducción a la Palinología y Vocabulario Palinológico. Madrid-España. Ediciones H. Blume. Rosario, 1978. 207pp.
8. Fagúndez G. Estudio de los recursos nectaríferos y poliníferos utilizados por *Apis mellifera* L. en diferentes ecosistemas del departamento Diamante (Entre Ríos, Argentina). 2011. Tesis UNS. Bahía Blanca. Argentina.
9. Piedras B, Quiroz D. Estudio melisopalinológico de dos mieles de la porción sur del valle de Mexico. 2007. Polibotánica, (23), 57-75.
10. Barth M. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. 2004. Scientia Agricola, 61(3), 342-350.
11. Montoya P, León D, Nates G. Catálogo de polen en mieles de *Apis mellifera* provenientes de zonas cafeteras en la Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, Colombia. 2014. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 38(149):364-84.
12. Navarrete C, Muñoz G, Wells G, Becerra J, Alarcón J, Finot V. Espectro polínico y análisis fisicoquímico de mieles de la Región del Biobío, Chile Pollen spectra

- and physicochemical analysis of honeys from the Region of Biobío, Chile. 2016. *Gayana Bot*, 73(2).
13. Sayas, R. Determinación de los Patrones Polínicos del Polen Corbicular de las Colmenas del Valle de Oxapampa (Pasco - Perú). 2008. Tesis UPCH. Lima.
 14. Sayas R, Huamán L. Determinación de la flora polinífera del valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. 2009. *Ecología Aplicada*, 8(1-2), 53-59.
 15. Zeceovich, L. Determinación del origen botánico de polen corbicular y miel del distrito Daniel Alomía Robles, Provincia de Leoncio Prado (Huánuco-Perú). 2013. Tesis UPCH. Huánuco.
 16. Borja, G. Análisis del origen botánico de la miel y el polen corbicular del bosque seco de Lambayeque - Perú. 2014. Tesis UPCH. Lambayeque.
 17. Camayo R, Rojas L. Evaluación de la calidad de miel en el Valle del Mantaro. 1989. Tesis UNCP. Huancayo.
 18. León O, Muñico J. Determinación del origen botánico de la miel del valle del Mantaro. 1989. Tesis UNCP. Huancayo.
 19. Mercado, K. Caracterización de la producción apícola en ocho distritos de las provincias de Jauja, Concepción y Chupaca de la región Junín. 2014. Tesis UNCP. Huancayo.
 20. Ascue, D. Evaluación del manejo y principales características de la miel de *Apis mellifera* producida en el distrito de Pichanaki – Chanchamayo – Junín. 2017. Tesis UNCP. Huancayo.
 21. Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwohl, G. *Methods of Melissopalynology*. 1970. *Bee World* 51: 125-138.
 22. IGP. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. Instituto Geofísico del Perú. 2012.
 23. INEI. Censos Nacionales XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, 22 de octubre del 2017, Junín Resultados Definitivos. Lima, octubre de 2018.
 24. Arroyo J. Tendencias y cambio del clima del valle del Mantaro mediante los análisis de índices de Precipitación Efectiva y Temperatura Eficiente. 2011. *Apunt. Cienc. Soc* 01 (01).

25. Mureşan C, Cornea M, Suharoschi R, Erler S, Mărgăoan R. Honey botanical origin and honey-specific protein pattern Characterization of some Europea. 2022. *Food Science and Tecnology* 154.
26. Von der Ohe, W., *et al.* Harmonized methods of melissopalynology. 2004. *Apidologie* 35. S18-S25.
27. Sancho, M. *et al.* Critical assessment of antioxidant-related parameters of honey. *International Journal of Food Science and Technology* 51. 2016. S30–36.(Salgado, Pieszko, & Tellería, 1970)
28. Mariani V. Manual de buenas prácticas apícolas con manejo orgánico, 2016. 100p. Retrieved from: https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_alimentos_y_bebidas/_pdf/ManualdeBuenasPracticasApicolasconManejoOrganico.pdf.
29. Ferrari M. Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales. *Prospectiva tecnológica al 2025 del complejo apícola*. 2016. 86.
30. Salgado C, Pieszko G, Tellería, M. Aporte de la Melisopalinología al conocimiento de la flora melífera de un sector de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, Argentina. 2014. *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 49(4), 513–524. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v49.n4.9889>
31. Sánchez A, Concepción L. Pollen analysis of honeys from the northwest of Argentina: Province of Jujuy. 2017. *Grana*, 56:6, 462-474, DOI: 10.1080/00173134.2017.1284260
32. Velásquez Ruiz, C. A., Gil, J. H., Urrego, J. F., Durango, D., & Castañeda, I. M. Análisis palinológico y fisicoquímico de miel de abejas (*Apis mellifera* L.) procedente de algunos municipios del oriente y suroeste de Antioquia (Colombia). 2016. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 5(2), 65–87. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v5n2.60541>
33. Grosso, G. S., Tangarife, M. P. O., & Méndez, L. M. R. Propiedades fisicoquímicas de mieles monoflorales de encenillo de la zona Altoandina en Boyacá, Colombia. 2017. *Quimica Nova*, 40(8), 854–864. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170084>
34. Vit P, Mejías A, Rial L, Ruiz J, Peña S, González A, Rodríguez-Malaver A, Arráez M, Gutiérrez C, Zambrano A, Barth M. Conociendo la miel de *Melipona favosa*

- en la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. 2012. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, 43(1), 015-019. Recuperado en 17 de diciembre de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772012000100003&lng=es&tlng=es.
35. Giordano A, Retamal M, Fuentes E, Ascar L, Velásquez P, Rodríguez K, Montenegro G. Rapid Scanning of the Origin and Antioxidant Potential of Chilean Native Honey Through Infrared Spectroscopy and Chemometrics. 2019. Food Analytical Methods. doi:10.1007/s12161-019-01473-z
 36. Isayama V. Morfología polínica de algunas especies vegetales de la flora del Dpto. de Lambayeque. 1987-1988. Zonas Áridas. 5: 45-60.
 37. Zevallos P, Higaona R. Valor pecuario y apícola de 10 especies forestales de las zonas secas y semisecas de Lambayeque. 1988. Zonas Áridas. 5: 31-43.
 38. Yuca-rivas, R. Espectro polínico de la miel producida en Cuyo Grande (Valle Sagrado de los Incas, Cusco, Perú) Pollen spectrum of honey from Cuyo Grande (Sacred Valley of the Incas, Peru). 2017. 16(1).
 39. Zuñiga S, Elizabeth B. Flora apícola del cañón del Mantaro, tramo Cuenca - Mantacra, Huancavelica. 2014. Tesis UNCP. Huancayo.
 40. Zevallos P, Pérez E. Determinación del potencial melífero de los bosques secundarios de Pucallpa. Estudio Preliminar. 1990. Lima: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
 41. Paredes R, Bryant V. Pollen analysis of honey samples from the Peruvian Amazon. 2020. Palynology. 44(2), 344–354. <https://doi.org/10.1080/01916122.2019.1604447>
 42. Huaman A. Concentración de plomo en la miel de *Apis mellifera* e inflorescencias de *Eucalyptus globulus* en seis zonas del Valle del Mantaro. 2013. Tesis UNCP. Huancayo.
 43. Urry L, Cain M, Wasserman S, Minorsky P, Reece J, Campbell N. Essential biology. 2017. Eleventh edition. New York, NY: Pearson Education, Inc.
 44. Halbritter H, Ulrich S, Grímsson F, Weber M, Zetter R, Hesse M, Frosch-Radivo A. Illustrated Pollen Terminology. 2018. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6>

45. Pintos B, Luisa L, Calvarro M, Gómez A. Embriogénesis del polen (embriogénesis gamética). 2015. *Reduca (Biología). Serie Botánica*. 7 (2): 19-33.
46. Mărgăoan R, Al MĂRGHITAȘ L, Dezmirean D, Mihai C, Bobiș O. Bee Collected Pollen - General Aspects and Chemical Composition. 2010. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 67(2), 254–259. Retrieved from <http://www.proapicultura.ro>
47. Di Pasquale G, Salignon M, Le Conte Y, Belzunces L, Decourtye A, et al. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter. 2013. *PLoS ONE* 8 (8): e72016.
48. Kroyer G, Hegedus N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. 2001. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2(3), 171–174. [https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(01\)00039-X](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(01)00039-X)
49. Aličić D, Šubarić D, Jašić M, Pašalić H, Ačkar Đ. Antioxidant properties of pollen. 2014. *Food in Health and Disease*, 3(1), 6–12.
50. de Manincor N, Hautekèete N, Mazoyer C, Moreau P, Piquot Y, Schatz B, Massol F. How biased is our perception of plant-pollinator networks? A comparison of visit- and pollen-based representations of the same networks. 2020. *Acta Oecologica*, 105(February), 103551. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103551>
51. Vasiliev D, Greenwood S. Pollinator biodiversity and crop pollination in temperate ecosystems, implications for national pollinator conservation strategies: Mini review. 2020. *Science of the Total Environment*, 744, 140880. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140880>
52. Paudel Y, Mackereth R, Hanley R, Qin W. Honey Bees (*Apis mellifera* L.) and Pollination Issues: Current status, impacts and potential drivers of decline. 2015. *Journal of Agricultural Science*, 7(6), 93–109. <https://doi.org/10.5539/jas.v7n6p93>
53. Ajibola A. Novel insights into the health importance of natural honey. 2015. *Malays J Med Sci* ;22(5):7-22.

54. Johnston M, McBride M, Dahiya D, Owusu-Apenten R, Singh P. Antibacterial activity of Manuka honey and its components: An overview. 2018. *AIMS Microbiology*, 4(4), 655–664. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2018.4.655>
55. Michener, C. *The Bees of the world*. 2007. The Johns Hopkins University Press. Second edition.
56. Triplehorn C, Johnson N. Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. 2005. Thomson Brooks/Cole. Séptima edición.
57. MINCETUR. PERTUR Junín 2020 -2025. 2019. Plan Estratégico Regional de Turismo.
58. INEI. Censos Nacionales XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, 22 de octubre del 2017, Perú Resultados Definitivos. 2018. Lima.
59. SENAMHI. Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional. Ministerio del Ambiente. 2020 (Vol. 53). Red activa soluciones graficas S.A.C.
60. GRJ (Gobierno Regional d Junín). memoria descriptiva del estudio climático y zonas de vida del departamento de Junín a escala 1 : 100000 Medio : biologico. 2015. *Ciencias Hidrobiológicas*, 3, 2–50.
61. Otzen T, Manterola C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. 2017. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
62. Bridson D, Forman L. Royal Botanic Gardens, Kew. *The Herbarium handbook*. 1998. Kew: Royal Botanic Gardens.
63. Erdman, G. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. 1966. Hafner Publishing Company.
64. Galván Y, Castillo J. Fanerógamas de la provincia de Huancayo, Perú. 2004. *Revista Peruana de Biología*, 11(2), 193–202.
65. Terreros S, Reynel C. *Arbustos del valle del Mantaro, Dp. de Junín (Perú) y su potencial para la protección de suelos*. 2016. Primera edición: Diciembre 2016.

66. Lastra H, Piquet R. Artículos de Revisión *Calendula officinalis*. *Rev Cuba Farm* [Internet]. 1999;33(3):188–94. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/far/v33n3/far07399.pdf>
67. Mărgăoan R, Marghitas L, Dezmirean D, Dulf F, Bunea A, Ancut S, Bobis O. Predominant and Secondary Pollen Botanical Origins Influence the Carotenoid and Fatty Acid Profile in Fresh Honeybee-Collected Pollen. 2014. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
68. Achachau D, Quispe G. Plantas medicinales utilizadas como alternativa de tratamiento para afecciones del sistema digestivo en los pobladores del barrio de Pucará – Huancayo. Universidad Privada de Huancayo "Franklin Roosevelt". 2016.
69. Dimou M, Tananaki C, Liolios V, Thrasylvoulou A. Pollen foraging by honey bees (*Apis Mellifera* L.) in Greece: Botanical and geographical origin. *J Apic Sci*. 2014;58(2):11–23.
70. Terrab A, Valdés B, Díez M. Análisis Polínico de mieles en la Región del alto Alto Ouerrha (Noroeste de Marruecos). 2002. 22:21-33.
71. Turo K, Spring M, Sivakoff F, Delgado de la flor Y, Gardiner, M. Conservation in post-industrial cities: How does vacant land management and landscape configuration influence urban bees?. 2021. *Journal of Applied Ecology* (Vol. 58). <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13773>
72. Downey G, Hussey K, Daniel Kelly J, Walshe TF, Martin PG. Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. *Food Chem*. 2005;91(2):347–54.
73. Gualpa M, Cifuentes J, Lindao V, Espinoza A. Characterization of the pollen contribution of tree and shrub species in three honey samples from apiaries, located in the canton of Riobamba. 2021;6(11):826–47.
74. Chamorro M, Falconi S. Potencial de secuestro de carbono por los árboles en los parques urbanos de los Distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca. *Univ Nac del Cent del Perú*. 2019;1–160.

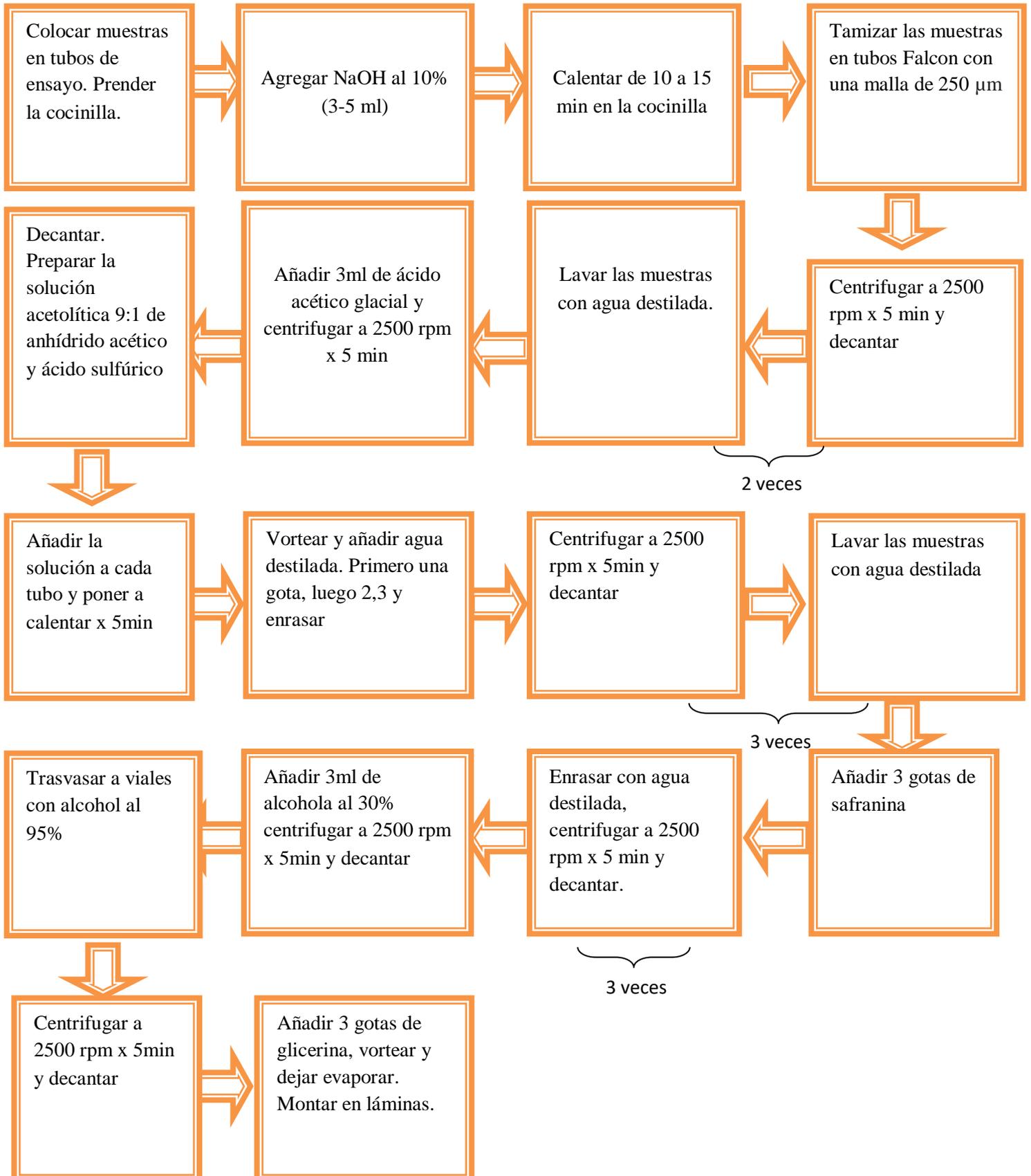
75. Rosdi IN, Selvaraju K, Vikram P, Thevan K, Arifullah M. Melissopalynological Analysis of Forest Honey from North Malaysia. *J Trop Resour Sustain Sci.* 2021;4(2):128–32.
76. Loja B. Contribución Al Estudio Florístico De La Provincia De Concepción, (Junín): Dicotiledóneas. Univ Nac Mayor San Marcos. 2002;37.
77. Seijo MC, Jato V, Iglesias MI, Aira MJ. Características palinológicas de las mieles de castaño de Galicia (NO España). *Acta Bot Malacit.* 1997;22:73–81.
78. Sharma M, Nair P. Pollen Analysis of Some Honeys from Uttar Pradesh. *Indian J Hortic.* 1965;22(1):46–51.
79. Singh M. Melissopalynology and Survey of the Bee Plants in North-Eastern Hill Region.pdf. *Indian J Hill Farmg.* 1999. p. 79–83.
80. Faeth S, Bang C, Saari S. Urban biodiversity: Patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 2011. 1223(1), 69–81. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x>
81. Fahrig, L. Rethinking patch size and isolation effects: The habitat amount hypothesis. 2013. *Journal of Biogeography*, 40(9), 1649–1663. <https://doi.org/10.1111/jbi.12130>
82. Quiroz, D.L., Palacios, R. Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Centris inermes* Friese (Hymenoptera: Apidae) en Chamela, Jalisco, México. 1999. *Polibotánica.* 10: 59-72.
83. Tommasi D, Miro A, Higo HA, Winston ML. Bee diversity and abundance in an urban setting. *Can Entomol.* 2004;136(6):851–69.
84. Girón, V. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. 1995. *Bol. Mus. Ent. Universidad Valle.* 3 (2): 35-54.
85. Garay, O., Ochoa A. Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del río Mantaro. 2010. Instituto Geofísico del Perú. Lima, Perú.
86. Guerra J, Ruiz R, Salame M, Robert Caso, Ramos A, Martínez E. Pdu-Huancayo. Diagnóstico Urbano 2015-2025. 2015. Retrieved from http://munihuancayo.gob.pe/portal/upload/documentos/2015/gerencia_subgerencia/desarrollo_urbano/plan/DiagnosticoPDU.pdf

87. Daday, H. Gene frequencies in wild populations of *Trifolium repens* L. 1965. *Heredity*, 20(3), 355–365. <https://doi.org/10.1038/hdy.1965.49>
88. Lane L, Ayres J, Lovett, J. A review of the introduction and use of white clover (*Trifolium repens* L.) in Australiz - significance for breeding objectives. 2000. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40(2), 681–696. <https://doi.org/10.1071/EA97144>
89. Thompson K, Renaudin M, Johnson M. Urbanization drives the evolution of parallel clines in plant populations. 2016. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1845). <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2180>
90. Johnson M, Prashad, C, Lavoignat, M, Saini H. Contrasting the effects of natural selection, genetic drift and gene flow on urban evolution in white clover (*Trifolium repens*). 2018. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1883). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1019>
91. Coffey M, Breen J. Seasonal variation in pollen and nectar sources of honey bees in Ireland. 1997. *Journal of Apicultural Research*, 36(2), 63–76. <https://doi.org/10.1080/00218839.1997.11100932>
92. Stawiarz E, Wróblewska A. Melissopalynological analysis of multifloral honeys from the sandomierska upland area of Poland. 2010. *Journal of Apicultural Science*, 54(1), 65–75.
93. Ramos J. Mejoramiento del sistema de riego en el distrito de Matahuasi,- Concepción.- Junín. 2019. Universidad Peruana Los Andes, 1–126. Retrieved from <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1625>
94. Valle A, Andrada A, Aramayo E, Gil M, Lamberto S. Characterization of honey from West and South Buenos Aires province, Argentina. 2004. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(4), 524. <https://doi.org/10.5424/sjar/2004024-108>
95. Kale J, Matley, K, Haberle S, Cantrill D. Pollen analysis of Australian honey. 2018. *PLoS ONE*, 13(5), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197545>
96. Jamil Noor M, Ahmad M, Ashraf M, Zafar M, Sultana S. A review of the pollen analysis of South Asian honey to identify the bee floras of the region. 2016. *Palynology*, 40(1), 54–65. <https://doi.org/10.1080/01916122.2014.988383>
97. INIA, I. N. de I. y E. A. Avena INIA 901 MANTARO 15M. 2006. Av. La Molina No, 2006–11461.

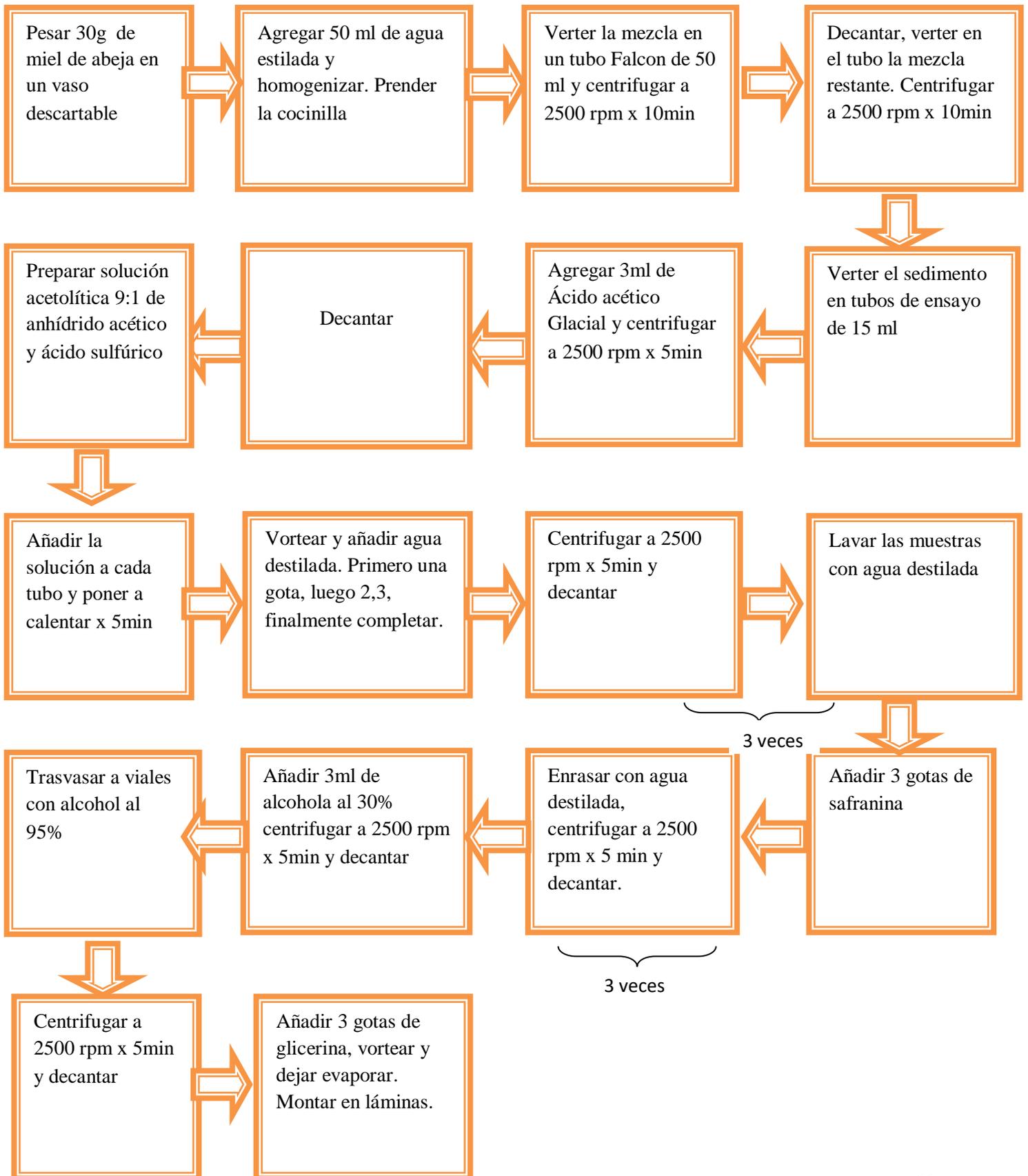
98. Akhtar M, Jaiswal A, Jaiswal J, Qureshi M, Tufchi M, Singh N. Cloning and characterization of cold, salt and drought inducible C-repeat binding factor gene from a highly cold adapted ecotype of *Lepidium latifolium* L. 2013. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 19(2), 221–230. <https://doi.org/10.1007/s12298-012-0154-2>
99. Ayala P, De Casco C, Tomás D. Estudio melisopalinológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México. 2007. *Polibotánica*, (23), 57–75.
100. Stanley R, Linskens H. *Pollen Biology Biochemistry Management*. 1974. Springer - Verlag Berlin.
101. Free J. Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. 1967. *Animal Behaviour*, 15(1), 134–144. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(67\)80024-1](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(67)80024-1)
102. Calderone N, Johnson B. The within-nest behaviour of honeybee pollen foragers in colonies with a high or low need for pollen. 2002. *Animal Behaviour*, 63(4), 749–758. <https://doi.org/10.1006/anbe.2001.1957>
103. Mujica V, Heinzen H. Floral food resources for *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in a mountain forest area in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. 2021;25(2).
104. Dustmann J, von der Ohe K. Scanning electron microscopic studies on pollen from honey. IV. Surface pattern of pollen of *Sapium sebiferum* and *Euphorbia* spp (Euphorbiaceae). 1992;24, 59-65.
105. Daners G, Tellería MC. Native vs. introduced bee flora: A palynological survey of honeys from Uruguay. *J Apic Res*. 1998;37(4):221–9.

Anexos

Anexos 1. Flujograma del proceso de extracción de polen de acuerdo a Erdtman



Anexos 2. Flujograma del proceso de extracción de polen de miel propuesto por Louveaux.



Anexos 3. Lista de especies pecoreadas por abejas.

Familia	Nombre Científico	Nombre común
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Molle
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de León
Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i>	
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i>	
Asteraceae	<i>Notobasis syriaca</i>	Cardo
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i>	Borrajas
Brassicaceae	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Berro
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tuna
Cactaceae	<i>Trichocereus peruvianus</i>	Gigantón
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i>	Zapallo
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	Trébol rojo
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa
Fabaceae	<i>Genista monspessulana</i>	
Fabaceae	<i>Paraserianthes sp</i>	
Malvaceae	<i>Malva assurgentiflora</i>	Malva de jardín
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
Myrtaceae	<i>Callistemon sp</i>	Cresta de gallo
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i>	Chupa sangre
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Choclo
Solanaceae	<i>Dunalia spinosa</i>	
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	Papa
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	

Anexos 4. Lista de tipos polínicos de la miel.

Familia	Tipo polínico	Nombre común
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Molle
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i>	
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de León
Betulaceae	<i>Alnus sp</i>	
Brassicaceae	Brassicaceae I	
Bromeliaceae	Bromeliaceae I	
Cactaceae	<i>Trichocereus peruvianus</i>	Gigantón
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i>	Zapallo
Euphorbiaceae	<i>Croton sp</i>	
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	Trébol rojo
Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	Haba
Fabaceae	Fabaceae I	
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero
Lamiaceae	Lamiaceae I	
Malvaceae	<i>Urocarpidium chilense</i>	Puchpush flor blanca
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
Myrtaceae	Myrtaceae I	
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i>	Chupa sangre
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Choclo
Solanaceae	<i>Dunalia spinosa</i>	Junco
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	Papa
Desconocido I		
Desconocido II		
Desconocido III		
Desconocido IV		