



Dominancia cromática de carga de polen corbicular y mieles colectadas por *Apis mellifera* L. en el Bajo Mayo, San Martín

Chromatic dominance of corbicular pollen load and honey collected by *Apis mellifera* L. in Bajo Mayo, San Martín

Ormeño-Luna, Javier^{1*}

Santander-Ruiz, Wilson Ernesto¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 18 Ago. 2022 | **Aceptado:** 27 Dic. 2022 | **Publicado:** 20 Ene. 2023

Autor de correspondencia*: javierol@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Ormeño-Luna, J. & Santander-Ruiz, W. E. (2023). Dominancia cromática de carga de polen corbicular y mieles colectadas por *Apis mellifera* L. en el Bajo Mayo, San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 3(1), e432.

<https://doi.org/10.51252/raa.v3i1.432>

RESUMEN

La investigación buscó determinar la dominancia cromática de carga de polen corbicular y mieles colectadas por *Apis mellifera* L., a partir del análisis organoléptico y físico-químico. Se tomaron muestras de miel y polen siguiendo las Buenas Prácticas de Manejo Apícola. Se realizó la técnica de acetólisis para las observaciones, mediciones e identificación a nivel de familia de los granos de polen; la medición se realizó con el auxilio de microscopía óptica a 1000x. Las muestras de polen corbicular fueron separadas de acuerdo a características de color con la finalidad de corroborar que cada grupo corresponde a un mismo taxón. Se diferenciaron dos grupos de mieles según su origen geográfico y botánico: de Zapatero, miel bifloral, se registraron 14 tipos polínicos, con predominancia de los taxones Urticaceae y Moraceae (87,83%) y de la Banda de Shilcayo, miel multifloral, se registraron 14 tipos polínicos, donde sobresalen Solanaceae con 40,42% y Arecaceae con 10,33%. La miel de la Banda de Shilcayo atribuye una coloración ambar, cuya tonalidad parda contiene mayor acidez (pH=3,375) y conductividad eléctrica (CE=0,673 $\mu\text{S}/\text{cm}$); la miel de Zapatero se califica una coloración blanca, por tener un tono ligeramente claro contiene menor acidez (pH=4,276) y conductividad eléctrica (CE=0,582 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Palabras clave: cromaticidad; monofloral; multifloral; organoléptico

ABSTRACT

The research sought to determine the chromatic dominance of the corbicular pollen load and honey collected by *Apis mellifera* L., from the organoleptic and physical-chemical analysis. Honey and pollen samples were taken following the Good Beekeeping Practices. The acetolysis technique was carried out for the observations, measurements and identification at the family level of the pollen grains; the measurement was made with the help of optical microscopy at 1000x. Corbicular pollen samples were separated according to color characteristics in order to confirm that each group corresponds to the same taxon. Two groups of honeys were differentiated according to their geographical and botanical origin: from Zapatero, bifloral honey, 14 pollen types were recorded, with a predominance of Urticaceae and Moraceae taxa (87.83%) and from Banda de Shilcayo, multifloral honey, 14 pollen types were recorded, where Solanaceae stand out with 40.42% and Arecaceae with 10.33%. The honey from Banda de Shilcayo attributes an amber coloration, whose brown hue contains higher acidity (pH=3.375) and electrical conductivity (EC=0.673 $\mu\text{S}/\text{cm}$); Zapatero's honey is classified as having a white coloration, since it has a slightly light tone it contains less acidity (pH=4.276) and electrical conductivity (EC=0.582 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Keywords: chromaticity; monofloral; multifloral; organoleptic



1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del Río Mayo se encuentra ubicada en una zona de vida identificada de bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1978) bajo condiciones normales. Se caracteriza por la ocurrencia de temperatura media fluctuante entre 26 y 30 °C, incidencia de la precipitación total anual entre 1200 a 1300 mm, y una altitud de 0 – 1000 msnm; en cuya geografía se encuentra una vasta variedad de flora natural e introducida, diversidad de pisos ecológicos y por ende una variabilidad de microclimas, que permitiría organizar en mejores condiciones el manejo técnico en las colmenas de acuerdo a los factores existentes en la zona, pues representa un potencial para el desarrollo de la apicultura (Coronado-Jorge et al., 2022; Coronado-Jorge et al., 2019; Ormeño-Luna et al., 2021).

Considerando el rico potencial de flora apícola distribuidos en el calendario fenológico anual en zonas de vida de bosque seco tropical que corresponde a la ubicación de los distritos Banda de Shilcayo y Zapatero, se desarrolló el estudio sobre dominancia cromática en las cargas de polen corbicular y mieles, cuya procedencia estuvo asociada íntimamente a las condiciones climáticas del ambiente y consecuentemente se obtuvo caracterizaciones organolépticas predominantes según biogeografía.

Se tiene conocimiento que el polen es un producto natural que ha ganado importancia en virtud a sus propiedades funcionales y valor biológico (Bogdanov, 2004). Se distingue por su alto contenido en proteínas (20-40%), vitaminas (A, C, D, K, B1, B2, B6) minerales (1-7%), la presencia de carotenos y xantofilas como también derivados fenólicos que le confieren propiedades antioxidantes; además, aporta carbohidratos y ácidos grasos insaturados (Guo et al., 2009; Funari et al., 2005; Silva et al., 2009).

El estudio nos permite presentar conocimientos sobre las diferentes tonalidades de los cúmulos de polen la misma que se asocia al reconocimiento de la flora útil para las abejas que se manifiesta en buen estado de las colmenas; además nos permitió caracterizar a través de los análisis melisopolinológicos y físico-químicos las diferentes tonalidades de miel y tipos de polen (Mercado & Rimac, 2019; Nascimento et al., 2021), hecho que tiene importantes beneficios económicos para los apicultores de la Amazonía Peruana, específicamente de los distritos de Zapatero y Banda de Shilcayo, Bajo Mayo San Martín.

El estudio se orienta a desarrollar el objetivo general de determinar la dominancia cromática de carga de polen corbicular y miel colectada por *Apis mellifera* L., en colmenares ubicados en los distritos Banda de Shilcayo y Zapatero, a partir del análisis organoléptico y físico-químico. Y los objetivos específicos de a) implementar y estandarizar metodologías de análisis organoléptico para establecer la variabilidad cromática de la carga de polen corbicular y miel, en el producto total de la temporada apícola, y b) evaluar las características físico-químicas de polen corbicular y miel asociada a la valoración cromática.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Insumos, materiales y equipos

Los insumos utilizados en el trabajo de investigación, se consideran reactivos alcohol etílico, glicerina, ácido acético glacial, ácido sulfúrico, anhídrido acético puro, safranina y agua destilada. Herramientas e instrumentos para la recolección, preservación, secado, identificación, montaje y conservación de polen, trampas de tipo externa, guía universal de color Pantone y palinotecas de referencia; para la cosecha, pos cosecha, conservación de muestras de miel, se usó recipientes plásticos con tapa rosca, recipientes de vidrio boca ancha. Equipos de campo y laboratorio, cámara fotográfica, equipos GPS, equipo secador de polen, centrífuga, baño maría, espectrofotómetro uv/visible, refractómetro, colorímetro, potenciómetro, conductímetro, estereomicroscopio y microscopio trinocular.

2.2. Métodos

La investigación se realizó mediante la siguiente metodología:

- Localización y acondicionamiento de colmenares de apicultores líderes.
- Colecta de polen corbicular; las muestras fueron colectadas entre los meses de julio a octubre de 2016.
- Cosecha de miel; previa evaluación se tomó muestras en la temporada julio a noviembre de 2016 cuando el contenido en las celdas de los panales indicaba estado óptimo de madurez, luego fueron trasladados al laboratorio para procesamiento, conservación y análisis respectivo.
- Identificación y análisis polínico en el Laboratorio. Para las valoraciones de predominancia de coloraciones de polen, miel y determinación de caracteres sensorial y polínico se desarrolló los siguientes protocolos:
 - a) Análisis organoléptico y macroscópico de polen.
 - b) Análisis melisopalinológico.
 - c) Análisis físico-químico y sensorial de miel.

2.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de investigación

Fuentes primarias: Derivados apícolas, miel y polen cosechados de colmenares de apicultores situados en bosques secundarios, purmas y agrosistemas manejados de las localidades en estudio, Departamento de San Martín, donde se realizaron observaciones y evaluación de la flora apícola referente.

Fuentes secundarias: Base de datos de palinotecas de referencia, colecciones de mieles y polen de las principales Universidades e Institutos de Investigación de la Amazonia peruana, del Perú y del mundo. Información bibliográfica sobre antecedentes referidos a investigaciones de dominancia cromática en polen y miel en países tropicales del mundo.

Para la cosecha, pos cosecha, procesamiento de miel y polen se tuvo en cuenta las Buenas Prácticas de Manejo Apícola de acuerdo a las recomendaciones del Codex Alimentarius (1981). Las muestras de polen corbicular y miel se trasladaron al Laboratorio de Análisis de Derivados Apícolas en envases herméticos.

La etapa del procesamiento de muestras, análisis polínico y microscópico se realizó en el Laboratorio de Análisis de Derivados Apícolas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM-T; identificándose botánicamente para su conservación en la futura palinoteca, utilizando protocolos para el análisis polínico y microscópico.

2.4. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos para las determinaciones de dominancia cromática y análisis físico-químicos para las muestras de miel, se evaluó considerando los grupos por localidad, mediante la estadística descriptiva y comparativa. Además, se realizó el análisis de correlación sobre la influencia del comportamiento climático de las localidades durante la colecta de muestras de miel y polen con los análisis físico-químicos.

Mediante el programa Microsoft Excel 2016, se elaboraron matrices cuyos datos se procesaron con ayuda del programa Past v 2.0 (Hammer et al., 2001) con el fin de mostrar los datos de máximo, mínimo y promedio de los granos de polen.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en el proyecto de investigación de acuerdo a la metodología establecida:

3.1. Agrupamiento de cúmulos de polen corbicular según la Guía Universal de Color Pantone

Según el análisis macroscópico, la correspondencia de tonalidades descritas, época de cosecha y estado de floración de especies apícolas de la temporada julio a noviembre de 2016 se obtuvo la predominancia de dos grupos de color referente al polen corbicular colectado de la localidad de Zapatero: Marrón claro y marrón rojizo.

Sin embargo, la correspondencia de tonalidades descritas, según época de cosecha y estado de floración de especies apícolas de la temporada, se aprecia la predominancia de cuatro grupos de color referente al polen corbicular colectado de la localidad de la Banda de Shilcayo: crema, marrón, marrón claro y marrón rojizo.

3.2. Variación por tonalidades según la Escala Internacional de Colores para miel

Para la muestra de miel de la Banda de Shilcayo según el colorímetro digital se obtiene el valor de 111,55 que asigna el color ambar; y para la localidad de Zapatero el valor es 30,50 que asigna el color blanco.

De acuerdo a las tonalidades descritas en los cúmulos de polen separados por coloraciones según la Guía Internacional Pantone se tuvo que inferir que la procedencia del polen está asociada a una flora diversa que no necesariamente pueda determinar los taxones específicos de origen, como son los casos de las localidades de Zapatero en la cual se obtuvo marrón claro y marrón rojizo y en la Banda de Shilcayo crema, marrón, marrón claro y marrón rojizo. Estas tonalidades que se apreció en los cúmulos de polen están ligadas íntimamente a la absorción de humedad del ambiente y el sometimiento de secado de las muestras a 40 °C de temperatura, que ocasiona desnaturalización de los colores naturales después de la cosecha y procesamiento en laboratorio; por razones que los individuos de polen son muy higroscópicos pues captan inmediatamente la humedad ambiental tan pronto se encuentren en las trampas caza-polen y estén expuestos a la contaminación por hongos.

Comparativamente en un estudio sobre polen apícola realizado en el sur del Brasil se concluyó que el color no fue determinante para la identificación de las taxas debido que la mayoría de las muestras consideradas monoflorales presentaban dos o más taxa; entendiéndose como taxa, plural de taxón, a un grupo de individuos con posibles afinidades filogenéticas; sin embargo, se asumió, por los análisis realizados, que pueden jugar un rol importante en la determinación del control de la calidad del polen apícola si las muestras fueran mayoritariamente monoflorales; así refieren Almeida-Muradian et al. (2005).

3.3. Valoraciones físico-químico de miel

Hidroxi metil furfural (HMF)

En la Tabla 1, se aprecia la lectura de unidad espectrofotométrica mediante dos longitudes de onda a 284 y 336 nanómetros (nm) y por diferencia de absorbancias se obtuvo la respuesta de 11.5269 mg/kg HMF de la localidad de Zapatero y 12,282885 mg/kg de HMF de la Banda de Shilcayo.

Tabla 1.

Resultados de HMF de mieles del Bajo Mayo por unidad espectrofotométrica UV/Visible

Localidades	Absorbancia a 284 nm	Absorbancia a 336 nm	Resultados HMF (mg/Kg)
Zapatero	0,1563	0,0023	11,526900
Banda de Shilcayo	0,1741	0,0100	12,282885
Diferencia de Absorbancias	0,1540	0,1641	

Conductividad eléctrica (CE) y pH

En la Tabla 2, se aprecia los valores promedios de pH=4,33 y conductividad eléctrica de 0,51 μ S/cm en muestra de miel de la localidad de Zapatero.

Tabla 2.*Resultados de pH y conductividad eléctrica en miel del distrito de Zapatero*

Repeticiones	Resultados pH	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)
1	4,330	0,510
2	4,470	0,690
3	4,190	0,330
4	3,690	0,691
5	4,700	0,687
Media	4,276	0,582

Y en la Tabla 3, se aprecia los valores medios de $\text{pH}=3,375$ y conductividad eléctrica de $0,673 \mu\text{S/cm}$ en muestra de miel de la localidad de la Banda de Shilcayo.

Tabla 3.*Resultados de pH y conductividad eléctrica en miel del distrito Banda de Shilcayo*

Repeticiones	Resultados pH	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)
1	3,360	0,670
2	3,390	0,672
3	3,370	0,675
4	3,380	0,673
5	3,380	0,673
Media	3,375	0,673

Índice de cromaticidad

Según los valores de índice de cromaticidad para mieles del distrito de la Banda de Shilcayo se caracteriza como ambar ($\text{IC}=111,55$) y para el distrito de Zapatero se obtuvo una miel blanca ($\text{IC}=30,50$); según las Tablas 4 y 5.

Tabla 4.*Índice de cromaticidad para mieles de la Banda de Shilcayo*

Longitudes de onda, tono y cromaticidad						Valor Promedio	IC
L	24,07	22,88	21,60	21,84	16,64	21,41	111,55
a	4,50	4,54	4,78	4,36	4,28	4,49	
b	1,32	1,83	1,78	1,61	2,85	1,88	

Tabla 5.*Índice de cromaticidad para mieles de Zapatero*

Longitudes de onda, tono y cromaticidad						Valor Promedio	IC
L	17,96	17,99	17,93	18,81	18,36	18,77	18,30
a	3,01	3,17	3,07	3,26	3,08	3,18	3,12
b	5,89	5,85	5,86	5,26	5,40	5,28	5,59

Contenido de humedad y azúcares totales (Brix)

Según los valores de azúcares totales (Tabla 6) se aprecia que ambas muestras de miel se encuentran dentro de los rangos normales para mieles tropicales (Banda de Shilcayo $79.60 \text{ }^\circ\text{Brix}$ y Zapatero $77.50 \text{ }^\circ\text{Brix}$).

Los resultados de humedad para mieles del distrito de Zapatero registran una media ligeramente superior al contenido normal para mieles tropicales ($20,10\%$), este valor se explica debido que los apicultores realizan la cosecha cuando la miel aún no alcanza la madurez óptima.

Sin embargo, para la miel del distrito de la Banda de Shilcayo se tiene una humedad dentro de los valores normales 18,87 % tal como indican las normas internacionales de Codex Alimentarius (2008).

Tabla 6.

Índice de refractometría, contenido de humedad y azúcares totales (°Brix) en mieles del distrito de Zapatero y Banda de Shilcayo

Valores Promedios	Muestra de Banda de Shilcayo	Muestra de Zapatero
IR	1,489	1,486
°Brix	79,60	77,50
% H°	18,87	20,10

En las Tablas 4 y 5, se observa las especificaciones fisicoquímicas sobre índice de cromaticidad de la miel de abeja de las localidades de Zapatero y Banda de Shilcayo, donde el contenido de color varía desde blanco hasta ámbar, se debe con mucha probabilidad a la presencia de pequeñas cantidades de pigmentos (carotenoides, clorofila, xantofila) que establecen la diferencia entre una miel clara de una oscura. Muchas veces la alteración del color ocurre por el deficiente manejo técnico que realizan los apicultores, debido que no realizan cambios periódicos de cera estampada en los bastidores que ocasionan panales muy viejos u oscuros que aumentan el color natural de la miel, al disolverse los pigmentos retenidos en las celdas.

Las mieles oscuras tienen mayor acidez tal como se obtienen los valores de pH en la Tabla 2, contenido de pH=4,276 distrito de Zapatero y Tabla 3, pH=3,375 del distrito Banda de Shilcayo, con la probabilidad de contener mayor contenido en sustancias minerales y mayor riqueza en polisacáridos; mientras que las mieles claras son más suaves. El envejecimiento natural de la miel produce tonos más oscuros. Por otra parte, pequeñas cantidades de aminoácidos y compuestos nitrogenados afines aumentan la tendencia a oscurecerse durante el almacenamiento o cuando es sometido al calor; este parámetro de calidad está asociado al contenido de HMF, pues en ambas localidades se aprecia una tendencia dentro de los límites máximos permitidos de 11,52 mg/kg para Zapatero y 12,28 mg/kg de HMF, según indica la Norma Técnica Peruana (NTP - 209.168-1999).

La consistencia de la miel puede ser fluida, viscosa o cristalizada, parcial o totalmente, dependiendo del grado de humedad y de la temperatura de almacenamiento. Para el estudio la miel cosechada después del proceso de desoperculado, centrifugado y filtrado, solo descansó y decantó por una semana para continuar las otras etapas de procesamiento, implica por tanto, una miel fresca, esto se corrobora al correr los análisis sobre contenido de azúcares totales por el método de refractometría (Banda de Shilcayo 79.60 °Brix y Zapatero 77.50 °Brix, Tabla 6) del cual se obtuvo 18,87 % de humedad para la Banda de Shilcayo y 20,10% para Zapatero, datos que se encuentran dentro de los límites que señala el Codex Alimentarius (2008).

Sobre la conductividad eléctrica, que refiere el contenido de sales en la miel, se puede argumentar que los elementos minerales que provienen de la savia se filtran en los nectarios y aparecen en el néctar en forma de iones metálicos (cobre, hierro, magnesio, manganeso), carbonatos, fosfatos, silicatos o sulfatos.

Existe una correlación sobre los valores de conductividad eléctrica de las mieles del Bajo Mayo, pues es probable que los nutrientes que aporta el suelo a las plantas de interés apícola de las zonas en estudio influenciaron en altas concentraciones de sales minerales esto se pone de manifiesto por coloraciones pardas que poseen las mieles, además de un sabor algo salado; los datos obtenidos sobre CE en el distrito de Zapatero confirman esta premisa con 0,582 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (miel blanca) y 0,673 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ambar para la Banda de Shilcayo (Tablas 2 y 3).

Las características geográficas de la zona de estudio, conformada por conjunto de colinas bajas, lomadas así como planicies y terrazas aledañas al río Mayo y con clima seco propio de los trópicos caracteriza a la flora de los diferentes ecosistemas; en ella se combinan factores dominantes de precipitación, temperatura, humedad relativa que influyen marcadamente en la fertilidad, composición del suelo y en la dinámica del

agua. Por tanto, si estas condiciones son favorables se mantuvo absorción adecuada de agua junto con vientos y luminosidad óptima que incrementaron la fotosíntesis estimulándose la actividad de pecoreo de las abejas, la floración y por tanto los flujos de néctar y polen, estos fundamentos deben considerarse para establecer nuevas zonas de producción para los sistemas apícolas.

La variabilidad cromática y composición del polen corbicular estuvo en función de los periodos de floración en una zona determinada, situación que permite explicar que para un periodo determinado la dominancia de una carga no lo sea en otro periodo. Por lo general las abejas realizan cargas de polen monofloral y cada carga se forma con una sola especie, de ahí su color uniforme; sin embargo, está influenciado por varios factores extrínsecos que determinan las variaciones de las tonalidades dentro de una misma especie (Louveaux, 1959).

3.4. Valoraciones mellitopalinológicas:

Origen botánico de miel de la localidad de Zapatero

Se identificaron 23 taxones distribuidos en 16 familias botánicas, de las cuales nueve quedaron descritos con sus características palinológicas.

En esta localidad se caracterizó una miel monofloral compuesta por las familias Moraceae-Urticaceae (87,83%). Registrándose 14 tipos polínicos distribuidos en 08 familias botánicas (Figura 1).

Entre los taxones observados en las muestras de miel y polen de las zonas de estudio se distinguen 21 familias: Arecaceae, Asteraceae, Bixaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Moraceae, Urticaceae, Myrtaceae, Olaceae, Poaceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Rutaceae, Sapotaceae y Solanaceae.

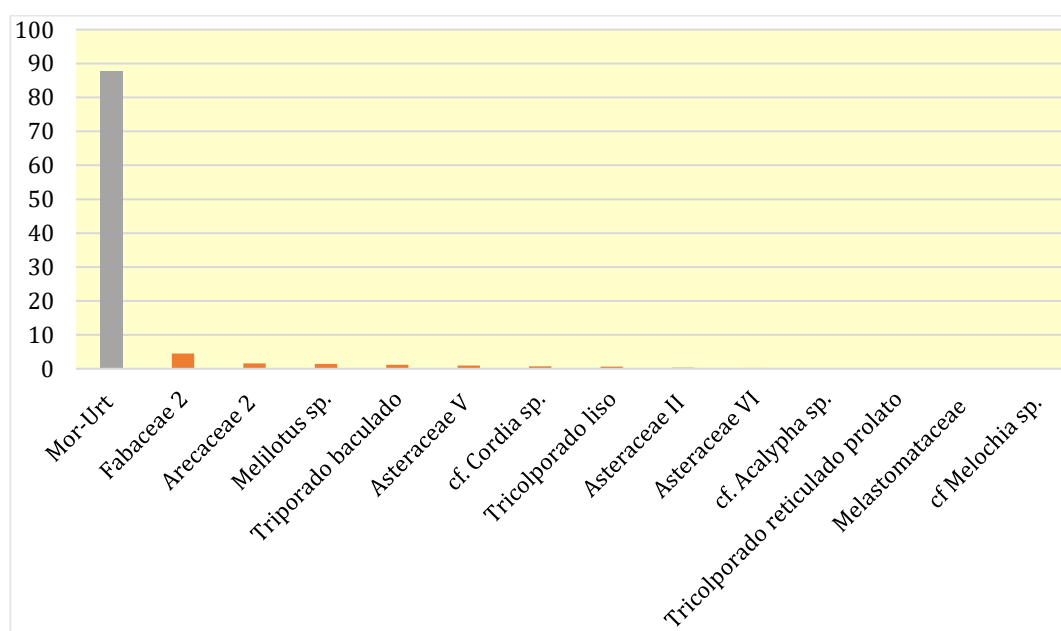


Figura 1. Porcentajes de taxones identificados en la muestra de miel de la localidad de Zapatero

Origen botánico de miel de la localidad de la Banda de Shilcayo

En esta localidad se caracterizó una miel multifloral compuesta de Solanaceae (40,42%) y Arecaceae (10,33%). Se registraron 14 tipos polínicos distribuidos en 12 familias botánicas (Figura 2).

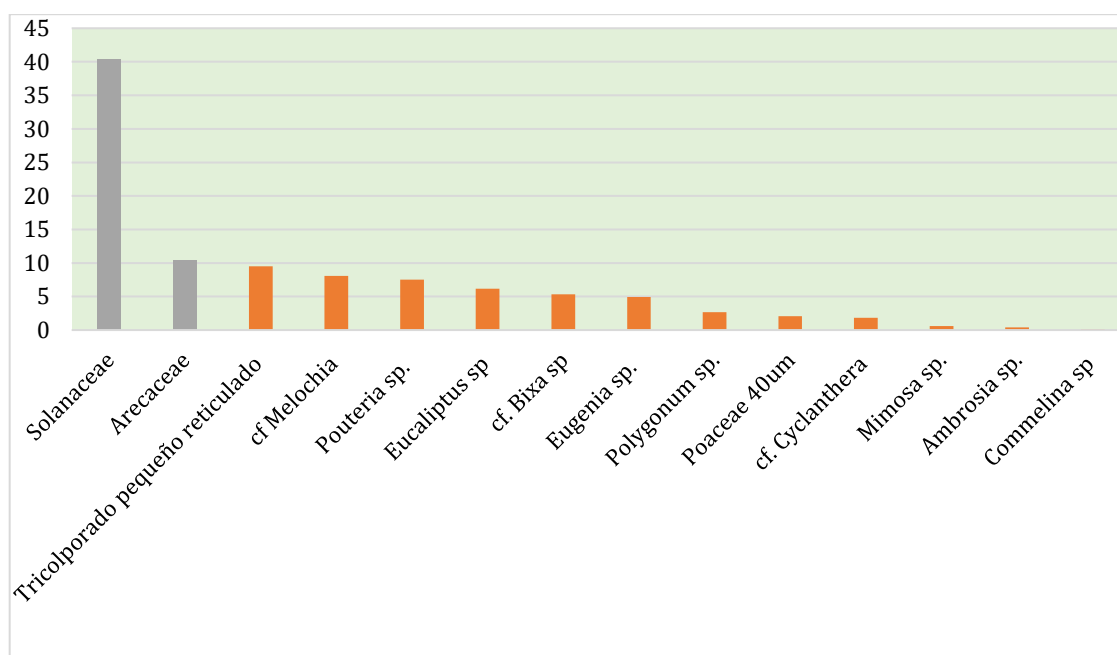


Figura 2. Porcentajes de taxones identificados en muestra de miel localidad de la Banda de Shilcayo

Entre las especies relevantes observadas en las zonas de estudio se distinguen 12 taxones: *Melilotus sp.*, (Fabaceae, hierba rastrera) *Cordia sp.*, (Boraginaceae, árbol conocido como “añallo caspi”) *Acalypha sp.*, (Euphorbiaceae) *Melochia sp.*, (Malvaceae, especie herbácea) *Pouteria sp.*, (Sapotaceae, fruta nativa arbórea denominado “caimito”) *Eucaliptus sp.*, (Myrtaceae, especie arbórea introducida de otras zonas) *Bixa sp.*, (Bixaceae, especie semiarbusciva conocida como “achiote” que conforman los agrosistemas) *Eugenia sp.*, (Myrtaceae, frutal arbóreo conocido como “pomarrosa”) *Polygonum sp.*, (Polygonaceae, hierba rastrera) *Mimosa sp.*, (Fabaceae, hierba invasora conocida en la zona como “vergonsosa) *Ambrosia sp.*, (Asteraceae) y *Commelina sp.*, (Commelinaceae, hierba forrajera conocida como “commelina”).

De acuerdo a estos resultados se puede deducir que las mieles del Bajo Mayo no proceden del néctar de una sola planta, es de un conjunto de ellas. Normalmente esto ocurre porque el néctar recolectado en un día específico se va mezclando con la reserva de miel ya existente, haciendo que las recolecciones se vayan adicionando y mezclando, este proceso es conocido como arrastre de floraciones. Los diferentes tipos polínicos presentes en una miel están directamente relacionados con los tipos de plantas que han suministrado los néctares.

En términos apícolas, la presencia de polen en la miel se califica como “contaminación”. Se entiende como contaminación primaria a aquellos tipos polínicos que fueron recolectados involuntariamente con el néctar. Su nivel de presencia es variable, aunque las mayores cantidades están directamente relacionadas principalmente con las características morfológicas de la flor original. Por otro lado, se entiende como contaminación secundaria a aquellos tipos polínicos que se hallan en la miel por adición casual durante los procesos de producción (transporte del néctar, filtrado, deshidratación, operculado, etc.). Finalmente, se incluyen bajo la denominación de contaminación terciaria aquellos granos de polen que pueden aparecer en la miel como consecuencia del manejo por parte de los apicultores durante las fases de extracción o maduración. El análisis del contenido de polen de la miel es de gran utilidad a la hora de distinguir estas tres formas de procedencia; tal como señala la Norma del Codex Alimentarius (2008).

Cuando en la miel prevalece de una manera clara el néctar de una especie de planta se conoce como miel monofloral, para el estudio se tuvo la miel bifloral de la localidad de Zapatero con un 87,83 % de polen en la muestra de miel de las familias Urticaceae y Moraceae. En este caso, sus cualidades suelen corresponder

con las características del néctar de las especies que conforman las familias. Para que comercialmente una miel pueda considerarse como monofloral necesita cumplir unas características definidas (físico-químicas, sensoriales y polínicas). En la localidad de la Banda de Shilcayo se obtuvo una miel multiflora debido que los polen contenidos en la muestra no supera el 45 %, sin embargo, se aprecia la predominancia de dos familias botánicas muy importantes como Solanaceae con 40,42 % y Arecaceae con 10,33 %.

De los más importantes taxones descritos en las muestras se hallaron algunas especies nectaríferas comunes para *Apis mellifera* L. en algunas zonas de Selva del Perú, tales como Moraceae, Urticaceae y Fabaceae (Zapatero) y Solanaceae y Arecaceae, este último representado conspicuamente por la especie *Zea mays*; debido que los agrosistemas que están en las inmediaciones de los colmenares (radio de 1 a 2 Km) vienen siendo conducidos por agricultores parceleros cuyas siembras lo realizan en forma combinada y uno de los principales es el cultivo de maíz en dos campañas al año. En general, las mieles del Bajo Mayo se caracterizan por una alta diversidad de especies.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a las tonalidades descritas en los cúmulos de polen separados por coloraciones según la Guía Internacional Pantone se puede inferir que la procedencia del polen está asociada a una flora diversa que no necesariamente puedan determinar los taxones específicos de origen, como son los casos de las localidades de Zapatero en la cual se obtuvo marrón claro y marrón rojizo y en la Banda de Shilcayo crema, marrón, marrón claro y marrón rojizo.

Se diferenciaron dos grupos de miel de *Apis mellifera* según su origen geográfico y botánico: De Zapatero, miel biflora, se registraron 14 tipos polínicos, con predominancia de los taxones Urticaceae y Moraceae (87,83%) en la muestra de miel.

De la Banda de Shilcayo, miel multiflora, se registraron 14 tipos polínicos, con presencia de varios taxones cuyos espectros polínicos son inferiores a 45 % de predominancia de granos de polen en la muestra, donde sobresalieron Solanaceae con 40,42% y Arecaceae con 10,33%.

Sobre los análisis polínicos, al registrarse la flora en las dos localidades en estudio calificada dentro de la zona de vida de bosque seco se identificaron en total 27 taxones agrupados en 21 familias botánicas de plantas de interés apícola: Entre los taxones observados en las muestras de miel y polen de las zonas de estudio se distinguen: Arecaceae, Asteraceae, Bixaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Moraceae, Urticaceae, Myrtaceae, Olaceae, Poaceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Rutaceae, Sapotaceae y Solanaceae.

Entre las especies relevantes observadas en las zonas de estudio se distinguen 12 taxones: *Melilotus sp*, (Fabaceae, hierba rastrera) *Cordia sp*, (Boraginaceae, árbol conocido como “añallo caspi”) *Acalypha sp*, (Euphorbiaceae) *Melochia sp*, (Malvaceae, especie herbácea) *Pouteria sp*, (Sapotaceae, fruta nativa arbórea denominado “caimito”) *Eucaliptus sp*, (Myrtaceae, especie arbórea introducida de otras zonas) *Bixa sp*, (Bixaceae, especie semiarborescente conocida como “achiote” que conforman los agrosistemas) *Eugenia sp*, (Myrtaceae, frutal arbóreo conocido como “pomarroja”) *Polygonum sp*, (Polygonaceae, hierba rastrera) *Mimosa sp*, (Fabaceae, hierba invasora conocida en la zona como “vergonsosa) *Ambrosia sp*, (Asteraceae) y *Commelina sp*, (Comelinaceae, hierba forrajera conocida como “commelina”).

Sobre las valoraciones físico-químicas de miel: Del distrito de la Banda de Shilcayo tuvo un índice de cromaticidad de 111,55 atribuyéndose una coloración ambar, por tener una tonalidad parda tiene mayor acidez (pH=3,375) y conductividad eléctrica (CE=0,673 μ S/cm).

La miel del distrito de Zapatero tuvo un índice de cromaticidad de 30,50 atribuyéndose una coloración blanca, por tener un tono ligeramente claro tiene menor acidez (pH=4,276) y conductividad eléctrica

(CE=0,582 μ S/cm); es probable que los nutrientes que aporta el suelo a las plantas de interés apícola en las zonas en estudio influyan en los valores de concentración de sales minerales.

Sobre el contenido de humedad y azúcares totales se obtuvo una miel fresca para ambas localidades, esto se ratifica con los resultados de análisis por el método de refractometría: Banda de Shilcayo 79.60 °Brix y 18,87 % de humedad, Zapatero 77.50 °Brix y 20,10% de humedad. Estos valores se encuentran dentro de los límites máximos permitidos por el Codex Alimentarius (2008).

Sobre el contenido de hidroximetilfurfural, en ambas localidades se obtuvo valores dentro de los límites máximos permitidos, según la Norma Técnica Peruana (NTP - 209.168-1999): 11,52 mg/kg de HMF en Zapatero; y 12,28 mg/kg de HMF en la Banda de Shilcayo.

FINANCIAMIENTO

El estudio tuvo el financiamiento del Instituto de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de San Martín, como parte del proyecto "Dominancia cromática de cargas de polen corbicular y mieles colectado por *Apis mellifera* L, en el Bajo Mayo-San Martín"; según Resolución N° 239-2016-UNSM/CUR/NLU.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción - borrador original y redacción - revisión y edición: Ormeño-Luna, J. y Santander-Ruiz, W. E.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida-Muradian, L. B., Pamplona, L. C., Coimbra, S., & Barth, O. M. (2005). Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(1), 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2003.10.008>
- Bogdanov, S. (2004). Estándar y calidad del polen y cera de abejas. *Api Acta*, 38, 334–341.
- Codex Alimentarius. (1981). *Codex Norma para la miel. (Codex Stan 12-1981)*. Norma adoptada en 1981. Revisiones en 1987 y 2001.
- Codex Alimentarius. (2008). *Codex Norma para la miel. (Codex Stan 12-1981)*.
- Coronado-Jorge, M., Ormeño-Luna, J., Barrera-Lozano, M., & Castillo-Díaz, T. (2019). Caracteres fisicoquímicos en mieles del ecosistema del Bajo Mayo, región San Martín, Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 607–622. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26206>
- Coronado-Jorge, M., Silva-Cruz, A., Ormeño-Luna, J., Terleira-García, E., Martínez-Mena, E., & Vidaurre-Rojas, P. (2022). Caracterización físico-química de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) procedentes de la Amazonía peruana. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 17(4), 1–7. <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v17i4a2585>
- Funari, S., Rocha, H. C., Sforcin, J. M., Grassi Filho, H., Curi, P. R., Dierckx, S. M. G., Funari, A. R. M., & de Oliveira Orsi, R. (2005). Bromatological and Mineral Compositions of Collected Pollen for Africanized Honeybees (*Apis Mellifera* L.) in Botucatu, São Paulo State. *Latin American Archives of Animal Production*, 11(2), 87–93. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/38

- Guo, J., Zhang, P., & Zhang, Z. (2009). Estudios sobre componentes químicos del polen de colza recolectado por las abejas. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*, 34(10), 1235–1237.
- Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. (2001). Past: Paquete de software de estadísticas paleontológicas para educación y análisis de datos. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida* (1st ed.). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7936>
- Louveaux, J. (1959). *Recherces sur la recolte du polen par les abeilles (Apis Mellifica L.) (fin)* (1st ed.). Recherces sur la recolte du polen par les abeilles (Apis Mellifica L.) (fin).
- Mercado, W., & Rimac, D. (2019). Comercialización de miel de abeja del bosque seco, distrito de Motupe, Lambayeque, Perú. *Natura@economía*, 4(1), 24–37. <https://doi.org/10.21704/ne.v4i1.1358>
- Nascimento, S. G. da S., Ávila, M. R. de, Hanke, D., Haberman, M. A., Becker, C., & Aguiar, N. (2021). Adversidades y desafíos de la producción de miel en el sur de Brasil. *Revista DELOS*, 14(39), 17–28.
- Ormeño-Luna, J., Castillo-Díaz, T., Garay-Montes, R., & Vallejos-Torres, G. (2021). Calidad de miel por “abejas nativas” (Meliponini) en la Región San Martín, Perú. *Arnaldoa*, 28(1), 139–148. <http://journal.upao.edu.pe/Arnaldoa/article/view/1585>
- Silva, T. M. S., Camara, C. A., Lins, A. C. S., Agra, M. de F., Silva, E. M. S., Reis, I. T., & Freitas, B. M. (2009). Chemical composition, botanical evaluation and screening of radical scavenging activity of collected pollen by the stingless bees *Melipona rufiventris* (Uruçu-amarela). *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 81(2), 173–178. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652009000200003>