

Melisopalinología en mieles de origen apícola comercializadas en Bucaramanga, Santander

Melissopalynology in honeys of beekeeping origin commercialized in Bucaramanga, Santander

Alberto Castellanos Riveros¹ , Eliécer Pineda Ballesteros^{2*} , Freddy Reynaldo Téllez Acuña² 

1. CIDAGRO. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bucaramanga, Santander, Colombia

2. GUANE. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bucaramanga, Santander, Colombia.

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una investigación que determinó e identificó granos de polen en mieles comercializadas en almacenes de "grandes superficies" en la ciudad de Bucaramanga. Este estudio permitió determinar si las mieles que consumen los Bucaramanguenses tienen origen botánico, a partir de la identificación de marcadores palinológicos identificados en microfotografías, comparadas con estudios realizados en Colombia. Se seleccionaron muestras de 10 marcas de un total de 100 existentes en el mercado, para el año 2016. Para determinar la familia taxonómica se buscó en la bibliografía de estudios colombianos la morfología de los granos de polen y se compararon con las microfotografías del estudio determinando la similitud. Se aplicó la metodología de la acetólisis de Erdtman para observar los granos de polen de cada una de las muestras y determinar a qué familia taxonómica pertenecían. Se identificaron 8 familias entre las que sobresalen Asteraceae, Arecaceae, Mimosoidae que se repiten entre muestras, seguidas de otras como Muntingiaceae, Piperaceae, Cyclanthaceae, Moraceae, Urticaceae, Apiaceae, Brassicaceae, que aparecieron una vez por muestra. Los resultados mostraron que una muestra era tipo polifloral, cuatro tipo monofloral y el resto no contenía polen.

Palabras clave: abejas; apicultura; melisopalinología; miel; polen

Abstract

This paper presents the results of an investigation that determined and identified pollen grains in honeys marketed in "large supermarkets" in the city of Bucaramanga. This study made it possible to determine whether the honeys consumed by the people of Bucaramanga have a botanical origin, based on the identification of palynological markers identified in microphotographs, comparing them with studies carried out in Colombia. Samples of 10 brands were selected from a total of 100 existing in the market, in the year of 2016. To determine the taxonomic family, the morphology of the pollen grains was searched in the bibliography of Colombian studies and compared with the microphotographs of the study to determine the similarity. Erdtman's acetolysis methodology was applied to observe the pollen grains of each of the samples and determine to which taxonomic family they belonged. Eight families were identified, among which *Asteraceae*, *Arecaceae*, *Mimosoidae* were the most common, followed by others such as *Muntingiaceae*, *Piperaceae*, *Cyclanthaceae*, *Moraceae*, *Urticaceae*, *Apiaceae*, *Brassicaceae*, which appeared once per sample. The results showed that three samples were polyfloral type, two were monofloral type and the rest contained no pollen.

Key words: bees; beekeeping; melissopalynology; honey; pollen

***Autor de correspondencia:**

alberto.castellanos@unad.edu.co

Editor: Juan Carlos Narvaéz

Recibido: 23 de febrero de 2023

Aceptado: 30 de junio de 2024

Publicación en línea: 30 de junio de 2024

Citar como: Castellanos Riveros, A., Pineda Ballesteros E. y, Téllez Acuña, F. R. (2023). Melisopalinología en mieles de origen apícola comercializadas en Bucaramanga, Santander. *Intropica*, 18 (2), 239- 246. <https://doi.org/10.21676/23897864.5007>.



Introducción

En La agenda prospectiva de investigación, de la cadena productiva agroindustrial de las abejas y la apicultura de Colombia, establece que el mundo se encuentra en la megatendencia de los alimentos naturales, sostenibles ambientalmente, determinando una dinámica de mercado creciente (Egea-Hernández *et al.*, 2010). Esta es una oportunidad para la apicultura colombiana, no solo para cubrir y llegar a nuevos mercados internacionales sino, para atender y estimular el mercado interno. Para los actores de la cadena productiva la prioridad es atender al mercado interno, constituyéndose en una alternativa para la sustitución parcial de importaciones, pues en Colombia la apicultura es un sector emergente (Sánchez *et al.*, 2013). Parte de las limitaciones de la cadena productiva se concentran en la falta de calidad, “el escaso cumplimiento de normas, la carencia de estudios específicos sobre inteligencia de mercados, el exiguo acceso a los créditos disponibles y la necesidad de una mayor formación y capacitación técnica y comercial de los apicultores” (Egea-Hernández *et al.*, 2010, p. 15).

El comportamiento de la cadena productiva apícola, en cuanto al consumo *per capita*, ha aumentado de 35 gramos en 2007 (Laverde *et al.*, 2010) a 87 gramos en 2019 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2020a), consumo que aún es bajo comparado con mayores consumidores como Turquía, Alemania y Canadá cuyo consumo está alrededor de 1 000 gramos al año (Sánchez *et al.*, 2018). En Colombia se demanda la miel por parte de la industria cosmética y farmacéutica (50 %) y por la población dirigido al consumo directo (50 %) (Erasso-Arango y Montoya-Restrepo, 2011).

Por otra parte, la calidad y el origen de la miel de abejas son los principales factores que determinan el precio y por tanto, el consumo. Esto coincide con lo afirmado por Sánchez *et al.*, (2013) quienes indican tres tendencias que determinan el precio de la miel. El primero, las características particulares médicas o botánicas, por ejemplo, la miel de Manuka de Nueva Zelanda (Mandal y Mandal, 2011) o las mieles francesas como la de córsega (Woodcock *et al.*, 2009) que se asocian con los sellos de origen (Mariotti, 2013); el segundo, es el valor medio en el mercado determinado por su origen como por ejemplo las mieles que se consumen en Alemania y; tercero, las ventas de altos volúmenes a bajos precios (comodities), como el caso de China, Argentina y otros

países productores.

Para determinar la calidad de la miel existe reglamentación como el codex standar for honey de la miel (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] y World Health Organization [WHO], 2019). Adicional a lo anterior está la comisión internacional de la miel (International Honey Commission) que define los requerimientos de calidad y determina los criterios de aplicación de procedimientos de evaluación específicos. En Colombia se aplican las normas NTC (1273 de 2007), y la resolución 1057 de 2010 que establecen el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que debe cumplir la miel de abejas para el consumo humano y en particular, los requisitos fisicoquímicos.

A partir del interés de algunos países en cualificar mieles se ha introducido un concepto de calidad, este es el análisis melisopalinológico (Mariotti, 2013), que permite caracterizar las mieles por su origen botánico, regional y por la frecuencia de aparición de los distintos tipos polínicos (Basilio y Noetinger, 2012). La importancia de la melisopalinología, según Espinosa-Cifuentes (2004), radica en que permite establecer el origen botánico de las mieles. Su reconocimiento se hace mediante el análisis al microscópico de los granos de polen presentes en la miel. Esto es posible usando un método de aclaramiento para la observación en microscopio denominado acetólisis (Erdtman, 1943). La acetólisis permite clasificar las mieles en multiflorales o monoflorales de acuerdo con las proporciones botánicas contenidas (Villanueva, 2002). En España y Francia se han aplicado estos procedimientos siguiendo la normativa de la Unión Europea (Consejo de la UE, 2001).

Materiales y Métodos

Se realizó un censo de 10 marcas de miel que se ofrecen al público en los anaqueles de almacenes de cadena de la ciudad de Bucaramanga (Santander) para el año 2016. A partir de las muestras se hicieron montajes de acuerdo con la metodología de Acetólisis de Erdtman (1943) y que según Fonnegra (2005) es frecuentemente empleada en los estudios paleopalinológicos y palinotaxonómicos; esta técnica es efectiva debido a que facilita la degradación de la intina y el protoplasma del grano de polen, permaneciendo solamente la pared externa de esporopolenina (exina). Con esta técnica, dicha pared se vuelve transparente, permite el paso de la luz,

facilitando la observación de los detalles de estructura y escultura de esta.

El método aplicado

1. Se disolvió en un tubo falcon 10 ml de miel correspondiente a cada muestra en 30 ml de agua destilada caliente (a 40 °C aproximadamente), agitando con una varilla de vidrio hasta que la solución se observó homogénea.

2. La solución se distribuyó en 6 tubos y se centrifugó a velocidad media (3 000 rpm) durante 3 minutos (se utilizó una centrífuga clínica modelo C.L., de International Equipment Co., con velocidad de 1 a 7, RCF: 1350 xg, Velocidad máxima: 3 400 RPM, Control de velocidad y tiempo: Digital).

3. El sobrenadante se descartó y al precipitado de cada tubo se adicionó 0,5 ml de ácido acético glacial (3 ml total en los 6 tubos falcon); se agitó con la varilla de vidrio y a continuación se vació el contenido de los 6 tubos en uno solo. Se centrifugó a velocidad media durante 3 minutos y se descartó el sobrenadante nuevamente.

4. En cámara de extracción, al precipitado se agregaron 2 ml de solución de acetólisis (9 partes de ácido acético anhídrido por 1 parte de ácido sulfúrico concentrado). Su acción corrosiva degrada los componentes orgánicos con excepción de la exina de los granos de polen. Se puso el tubo al baño María durante 3 a 5 minutos, agitando periódicamente; luego se centrifugó a igual velocidad (3 000 rpm) y se descartó el sobrenadante.

5. El precipitado se mezcló con 2 ml de ácido acético glacial, se centrifugó a la misma velocidad y nuevamente se decantó.

6. Se agregó 2 ml de agua destilada, se agitó con la varilla de vidrio, se centrifugó a velocidad media y se descartó el sobrenadante.

7. El precipitado se agitó y se lavó con alcohol al 70 % a 3 000 rpm (2-3 ml), repitiendo el procedimiento dos veces con alcohol al 95 % o superior.

8. Los tubos falcon con las muestras de polen se ubicaron en una gradilla en posición vertical; posteriormente se eliminó el sobrenadante y se realizó el montaje con el sedimento de cada muestra de forma semipermanente utilizando el método glicerogelatina fucsina, que posibilita la observación al

microscopio cubriendo con cubreobjetos y presionando para sacar las burbujas de aire. Se sellaron con esmalte transparente en los bordes evitar que se secan las placas con el contenido en ellas.

9. La glicerogelatina fucsina contiene en su fórmula de preparación: 50 ml de glicerina, 7 g de gelatina, 1 g de fenol y una pequeña cantidad de fucsina básica diluidos en 42 ml de agua destilada, mezclada con agitador eléctrico en campana de gases debido al carácter tóxico del fenol. Antes de su uso se calentó en baño María para su ubicación en las placas portaobjeto.

10. Se usó tres placas por marca de miel para observar la presencia de polen. Luego se procedió al conteo de 500 granos de polen por placa recorriendo en zigzag cada una de las placas, mediante microscopio óptico regular objetivo 100x x 10x con aceite de inmersión.

11. En una tabla, de manera manual, se relacionaban las frecuencias de cada grano de polen diferente encontrado en el recorrido por placa (500) y totalizando los 1 500 para las tres placas.

12. Posteriormente se obtuvo un promedio por familia-género diferente en cada una de las placas sobre los 1 500 granos de polen contados correspondientes a dichas placas. Los granos de polen contenidos en las muestras se observaron utilizando un microscopio óptico con cámara incorporada con la cual se tomaron las microfotografías (Leica DMLS2). Para determinar si una miel es monofloral se aplicó el criterio que, según Córdova-Córdova *et al.* (2013), el tipo de polen, que caracteriza la miel, debe estar presente en el sedimento en un 45 %.

13. Se relacionó y se separó cada grano de polen comparándolo con catálogos palinológicos de la literatura existente en Colombia. Dependiendo del tipo de granos de polen obtenidos por placa, se realizó la valoración porcentual en proporción sobre 1 500 granos de polen contados correspondientes a dichas placas.

Resultados

A partir del análisis de las muestras se obtuvo un porcentaje de presencia de polen en un 45 % de las muestras del censo (tabla 1). En las muestras del 1 al 5 no se observó algún grano de polen. A partir de la muestra 6 se percibió la presencia de polen.

En la tabla 1 se identifica y se relacionan las figuras de acuerdo con su contenido por muestra. En la figura 1 se pueden observar las fotografías de los granos de polen documentados en estos resultados. Las 5 muestras que presentaron mayor riqueza o abundancia fueron respectivamente la 7a, 8a, 6a 9a y 10a, que corresponde a las familias Moraceae, Apiaceae, Muntingiaceae, Asteraceae y Brassicaceae respectivamente, todas de flora endémica colombiana. Además, se encontró que las muestras 6a, 7a, 8a y 9a se consideran como monoflorales, pues tenían una familia por encima del 45 % (tabla 1).

Discusión

Al analizar las muestras, en algunas se obtuvo un porcentaje del 45 % de presencia de polen (ver tabla 1), infiriéndose con ello

que la miel comercializada en la ciudad de Bucaramanga posiblemente puede estar adulterada. Esto ocurre particularmente con mieles invertidas o mieles de azúcar, lo que está de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2018), cuando afirman que productos como la miel de abejas, son frecuentemente falsificados y adulterados. Esta situación establece espacios de investigación que pueden aportar para el control de la calidad de la miel, incentivando y garantizando el consumo de productos auténticos. Los resultados aquí presentados no son comparables con estudios que hayan usado la melisopalinología, como herramienta para determinar la existencia de origen botánico a partir de la detección de polen en mieles comercializadas, pues en Colombia no se evidenciaron dichos trabajos, al momento de revisar la literatura disponible.

Tabla 1. Distribución porcentual e Identificación taxonómica de los granos de polen identificados en cada muestra. *NA no aplica. ** de 1 500 granos de polen contados

Marca	Figura	Familia	GéneroEspecie	(%)**	Referencia
1-2-3-4-5	0			0	NA*
	6a	Muntingiaceae	<i>Fraxinuschinensis</i> .	45	(Montoya-Pfeiffer, 2014)
	6b	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	30	(Nates-Parra <i>et al.</i> , 2013)
6	6c	Arecaceae	<i>Bactris pilosa</i>	10	(Rangel <i>et al.</i> , 2021)
	6d	Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>	5	(Montoya-Pfeiffer, 2014)
	6e	Asteraceae	<i>Achyrocline lehmannii</i>	10	(Velásquez <i>et al.</i> , 2016)
	7a	Moraceae	<i>Poulsenia armata</i>	70	(Montoya-Pfeiffer, 2014)
7	7b	Urticaceae	<i>Cecropia</i> spp	30	(Valencia-Cardona y Velásquez-Ruiz, 2014)
	8a	Apiaceae	<i>Azorella aretioides</i>	65	(Velásquez y Rangel, 1995)
8	8b	Mimosoidae	<i>Mimosa</i> spp	30	(Valencia-Cardona y Velásquez-Ruiz, 2014)
	8c	Arecaceae	<i>Aiphanes hirsuta kalbreyeri</i>	5	(Rangel <i>et al.</i> , 2021)
	9a	Asteraceae	<i>Critonia morifolia</i> .	45	(Montoya-Pfeiffer, 2014)
9	9b	Asteraceae	<i>Chrysanthemum</i> sp.	30	(Ortiz-de-Boada y Nates-Parra, 1987)
	9c	Mimosoidae	<i>Mimosa</i> spp	25	(Valencia-Cardona y Velásquez-Ruiz, 2014)
	10a	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	37	(Velásquez y Rangel, 1995)
10	10b	Asteraceae	<i>Critonia morifolia</i> .	32	(Montoya-Pfeiffer, 2014)
	10c	Asteraceae	<i>Chrysanthemum</i> sp.	31	(Ortiz-de-Boada y Nates-Parra, 1987)

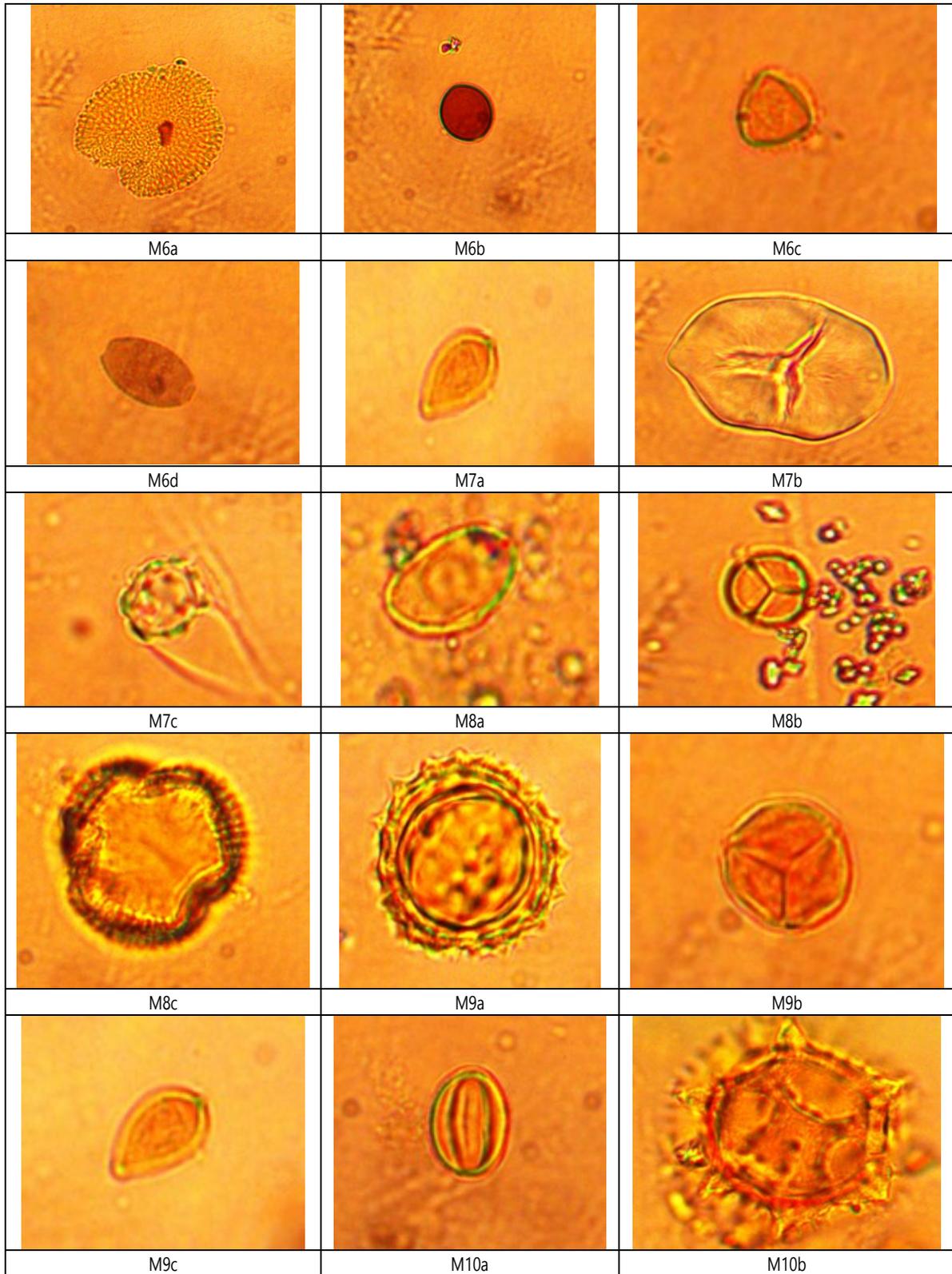


Figura 1. Muntingiaceae (*Fraxinus chinensis*) (M6a), Piperaceae (*Pipers* sp.) (M6b), Cyclanthaceae (*Carludovica palmata*) (M6c), Moraceae (*Poulsenia armata*) (M6d), Urticaceae (*Cecropia* spp) (M7a), Asteraceae (*Achyrocline lehmannii*) (M7b), Apiaceae (*Azorella aretioides*) (M7c), Mimosoidea (*Mimosa* spp) (M8a), Arecaceae (*Aiphanes hirsuta kalbreyeri*) (M8b), Asteraceae (*Critonia morifolia*) (M8c), Asteraceae (*Chrysanthemum* sp.) (M9a), Mimosoidea (*Mimosa* spp) (M9b), Brassicaceae (*Capsella bursa-pastoris*) (M9c), Asteraceae (*Critonia morifolia*) (M10a), Asteraceae (*Chrysanthemum* sp.) (M10b). Aumento 1 000X

Los artículos consultados, que incluyen a la melisopalinología como método, no reportan la ausencia de polen en términos porcentuales en muestra alguna, solo reportan estudios y descripciones específicamente de los granos de polen mediante estudios de tipo vertical y sin seguimiento evidente en el tiempo (estudios horizontales) y el contenido para muestras particulares (Corral, 1984; Ortiz-de-Boada y Nates-Parra, 1987; Nates-Parra *et al.*, 2013; Montoya-Pfeiffer *et al.*, 2014).

A pesar de no haber encontrado otros estudios sobre miel comercializada, se comparó los hallazgos con las evaluaciones melisopalinológicas de miel extraída directamente de las colmenas y publicadas en Colombia en los últimos 40 años y se encontró que, contrario a dichos estudios, en las muestras analizadas se evidenció poca variabilidad de especies o morfotipos. En este estudio se identificaron 10 familias botánicas en total y máximo por muestra, mientras que, en otros estudios, estas fueron mayores. En Montoya-Pfeiffer *et al.*, (2014) se encontraron 122 especies distribuidas en 54 familias, 59 especies correspondientes a morfotipos encontrados en miel de *Apis mellifera* producida en la Sierra Nevada de Santa Marta. Por su parte, Corral (1984) hallaron 32 tipos diferentes de granos de polen distribuidos en 21 familias y 26 géneros usando un análisis polínico aplicado en siete muestras de miel de abejas procedentes de siete municipios diferentes del departamento de Antioquia entre 1981 y 1982; Ortiz-de-Boada y Nates-Parra (1987) describieron 14 especies vegetales en miel de *A. mellifera* en tres apiarios de la Sabana de Bogotá, destacándose las familias Myrtaceae *Eucaiptus globulus*, Caprifoliaceae *Sambucus nigrum* como las especies con mayor frecuencia en la miel multifloral de 3 apiarios. Girón-Vanderhuck (1995) identificó 91 tipos polínicos en muestreos mensuales de polen y de miel biche en el municipio de Salgar (Antioquia). Concluye en su estudio que *A. mellifera* utiliza una gran cantidad de recursos florales como fuente de polen y néctar y la utilización de cada recurso fue en proporciones menores del 10%. *C. arabica*, *M. pudica* y *M. albida* fueron las especies más frecuentadas por las abejas durante todo el año. La mayoría de los tipos polínicos identificados pertenecían a las familias Asteraceae (Compositae), Leguminosae, Poaceae (Gramínea), Euphorbiaceae y Rubiaceae, y una proporción de estas plantas son hierbas, bejucos o arbustos que permanecen florecidos durante todo el año y abundan en barrancos, bordes de carretera y caminos.

En otro estudio, Nates-Parra *et al.* (2013) reportaron el hallazgo de 297 especies distribuidas en 69 familias al utilizar marcadores

palinológicos para caracterizar el origen geográfico y botánico de mieles provenientes de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Magdalena, analizando 184 muestras de miel procedentes de 131 apiarios. Por su parte, Valencia-Cardona y Velásquez-Ruiz (2014) realizaron la caracterización palinológica de diez muestras de miel de la abeja *A. mellifera* en el año 2011. Las muestras fueron tomadas del apiario asociado al Laboratorio de Investigaciones Melitológicas y Apícolas (LIMA) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín; el análisis cualitativo y cuantitativo del espectro polínico identificó que el 16 % del total de los taxa a nivel de especie, 37 % fue asociado a un género, 42 % a familia y 5 % a subfamilia.

De acuerdo con los resultados expuestos se evidencia el potencial que tiene la melisopalinología para diferenciar las mieles comercializadas, como se hace en España y Francia. La importancia de ampliar este tipo de estudios se reflejará en el hecho de establecer protocolos regularizarlos y generalizarlos en Colombia, hecho que le dará un valor agregado a la miel, incidiendo en los ingresos de los apicultores y generando un estímulo para que se aumente la producción (Ministerio de agricultura y desarrollo rural [MDADR], 2020b; Sánchez *et al.*, 2013), redundando en la capacidad para competir en el contexto internacional, debido al valor agregado en la miel (Mariotti, 2013).

De los resultados presentado se infiere que de las 5 muestras con presencia de granos de polen la composición en ellas no era igual, lo que sugiere que el procedimiento puede ofrecer al productor apícola elementos para iniciar un proceso de obtención de la denominación de origen. Esto puede ser aprovechado para mejorar los precios de la miel y por tanto generar más ingresos. En otras palabras, se tendría un potencial económico favorable para los productores agropecuarios (Espinosa-Cifuentes, 2004) Pero esto solo será posible a través de la implementación de protocolos de control de calidad de tipo longitudinal, que contemplen en particular la evaluación de factores como la variabilidad climática en el tiempo y en el espacio permitiendo así mismo evaluar la diversidad de la miel en un contexto determinado, como los implementados en los países donde se realiza la denominación de origen protegida.

Conclusiones

Se identificó una brecha de conocimiento relacionada con la caracterización de las mieles comercializadas en Colombia, este

hecho pone de manifiesto la necesidad de formular una propuesta o procedimiento para abordar la melisopalinología como un ejercicio académico y riguroso que deberían emprender los apicultores, acompañados de la academia, mediante el diseño de una propuesta de línea de investigación que masifique esta práctica, a través de un programa de enseñanza que prepare al apicultor para leer su entorno y reconocer científicamente morfologías botánicas presentes en las mieles, abriendo la posibilidad a cualificar la producción apícola.

Los resultados mostraron que las especies botánicas Moraceae (70 %), Apiaceae (65 %) Cyclanthaceae (5 %), y Arecaceae (5 %) fueron más abundantes y menos abundantes respectivamente con respecto de la presencia de polen en la miel de abejas analizadas, esto permite inferir la variabilidad de origen botánico de dichas mieles constituyéndose como un gap de conocimiento que, debidamente abordado, se convertirá en oportunidades para la realización de estudios acerca del origen geográfico conducente a la obtención de la denominación de origen.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Alberto Castellanos Riveros, Freddy Reynaldo Téllez Acuña y Eliécer Pineda Ballesteros: Conceptualización, conceptualización, escritura y edición, desarrollo del diseño metodológico, toma de datos y análisis de datos. adquisición de la financiación.

Referencias

Basilio, A. M. y Noetinger, M. (2012). Análisis polínico de mieles de la región Chaqueña: comparación del origen floral entre las zonas; domo central y esteros, cañadas y selvas de ribera. *Revista investigaciones agropecuarias. RIA*, 32(002).127-134. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86431209>

Córdova-Córdova, C. I., Ramirez-Arriaga, E., Martínez-Hernández, E. y Zaldívar-Cruz, J. M. (2013). Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalinológicas. *Universidad y ciencia*, 29(1), 163-178.

Corral, B. H. (1984). Análisis polínico en muestras de miel de abejas en algunas regiones del departamento de Antioquia. *Actualidades Biológicas*, 13(49), 56-66. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330253>

Directiva 2001/110/CE del Consejo de 2001. (2001, 20 de diciembre). Consejo de la Unión Europea. Diario Oficial No L 010. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0110>

Egea-Hernández, L. M., Rodríguez-Zárate, D. M., Peña-Sáenz, J. E. y Laverde-Rodríguez, J. C. (2010). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de las abejas y la apicultura en Colombia con énfasis en miel de abejas*. Giro Editores Ltda.

Erasso-Arango, N. y Montoya-Restrepo, L. A. (2011). Análisis de percepción de marca Producto Miel de Abejas en el mercado de Bogota. *Poliantea*, 7(12), 131-148.

Erdtman, G. (1943). *An Introduction to Pollen Analysis. A new series of plant science books*. Chronica Botanica Company.

Espinosa-Cifuentes, N. (2004). *Caracterización de la flora apícola visitada por cinco Especies de abejas sin aguijón en el meliponario Sinai, Aldea San Antonio las flores, Pajapita, San Marcos. Ciudad de Guatemala*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Biblioteca Central USAC. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2060.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] and World Health Organization [WHO]. (2019). *Codex Alimentarius Standard for Honey*. Ref. Nr. CL 1993/14-SH. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/>

Fonnegra, C. (2005). *Introducción a la palinología. Métodos de estudio palinológico*. Universidad de Antioquia.

Girón-Vanderhuck, M. (1995). Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Boletín Museo Entomológico Universidad del Valle*, 3(2), 35-54. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/4697>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2007). *Miel de abejas* (NTC 1273:2007).

Laverde, J. C., Egea, L. M., Rodriguez, D. M. y Peña, J. E. (2010). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico*

- para la cadena productiva de las abejas y la apicultura en Colombia con énfasis en miel de abejas. Giro Editores Ltda.
- Mandal, M. D. y Mandal, S. (2011). Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(2). 154-160. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60016-6](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60016-6)
- Mariotti, C. (2013). Indicación geográfica y denominación de origen. Alternativas para agregar valor a la miel. Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/70075/Indicacion-geografica-DO-miel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2020a). *Cadena de las Abejas y la Apicultura*. Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018). *Cadena productiva de las abejas y la apicultura. Cifras sectoriales 2018*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2018-12-30%20Cifras%20sectoriales.pdf>
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural [MDADR]. (2020). *Cadena de las Abejas y la Apicultura (CPAA). Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas. 1° Trimestre 2020*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2020-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Montoya-Pfeiffer, P. M., León-Bonilla, D. y Nates-Parra, G. (2014). Catálogo de polen en mieles de *Apis mellifera* provenientes de zonas cafeteras en la Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(149). 364-384. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082014000400003
- Nates-Parra, G., Montoya, P. M., Chamorro, F. J., Ramirez, N., Giraldo, C., Obregón, D. (2013). Origen Geográfico y Botánico de mieles de *Apis mellifera* (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3), 427-438. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/38290>
- Ortiz-de-Boada, D. y Nates-Parra, G. (1987). Procedencia Botánica del Polen de la Miel Almacenada por *Apis mellifera* en Alrededores de la Sabana de Bogotá II: Polen en la Miel. *Agronomía Colombiana*, 4, 39-42. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/33761>.
- Rangel, J. O., Bogotá, R. G. y Jimenez, L. C. (2021). Atlas Palinológico de la Amazonia Colombiana IV. Familia Arecaceae. *Caldasia*, 23(1): 281-300.
- Resolución 1057 de 2010. (2010, 25 de marzo). Ministerio de la Protección Social. Diario Oficial No 47.662.
- Sánchez, O. A., Castañeda, P. C., Muños, G., Tellez, G. (2013). Aportes para el análisis del sector apícola colombiano. *Cienciagro*, 2(4). 469-483. http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/rca/v2n4/v2n4_a05.pdf
- Sanchez, C., Castignani, H. y Rabaglio, M. (2018). *El Mercado Apícola Internacional*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cicpes_instdeconomia_sanchez_mercado_apicola_internacional.pdf
- Valencia-Cardona, L. O. y Velásquez-Ruiz, C. A. (2014). Caracterización palinológica de mieles del apiario del laboratorio de investigaciones melitológicas y apícolas de la universidad de Colombia sede Medellín. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 3(1). 19-40. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rfc/article/view/49302>.
- Velásquez, C.A., Gil, J. H. , Urrego, J. F., Durango, D., Castañeda, I. M., 2016. Análisis Palinológico y Físicoquímico de Miel de Abejas (*Apis mellifera* L.) Procedente de Algunos Municipios del Oriente y Suroeste de Antioquia (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias*. 5(2): 65-87.
- Velázquez R, C. A. y Rangel CH., J. O. (1995). Atlas Palinológico de la Flora Vascular del Páramo I, las Familias más Ricas en Especies. *Caldasia*, 17(82-85):509-568.
- Villanueva, R. (2002). Polliferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Yucatán Peninsula. *Revista de Biología Tropical*, 50(3-4). 1035-1044.
- Woodcock, T., Downey, G. y O'Donnell C. P. (2009). Near infrared spectral fingerprinting for confirmation of claimed PDO provenance of honey. *Food Chemistry*. 114(2). 742-746. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.034>