



ARTÍCULO ORIGINAL

Diversidad polínica en pan de abeja (*Apis mellifera* L.) en dos apiarios de la provincia de Matanzas, Cuba

Pollen diversity in bee bread in two apiaries of Matanzas province, Cuba

Anais Rodríguez Luis, Lilian San Martín Echemendía*, Carlos Ariel Yadró García, Amanda Márquez Bravo, Jorge Luis Isaac Velis y Eliany Fernández Rojas

1. Centro de Investigaciones Apícolas, Carretera de El Cano a El Chico, Km 0, El Cano, Arroyo Arenas, La Lisa, CP. 19190, La Habana, Cuba. Teléfonos: 72807027 y 72807890.

*liliansanmartin8711@gmail.com



Palabras clave

Análisis polínico
Colmena
Morfortipos
Polen
Tipos polínicos

Keywords

Pollen analysis
Beehive
Morfortypes
Pollen types

Editor: Dailen Guanche,
CIAPI, Cuba

Recibido: Mayo 22, 2022

Aceptado: Julio, 6, 2022

Copyright:© This work by Rodríguez et al. is licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Como citar este artículo:

Rodríguez A, San Martín L, Yadró CA, Márquez A, Isaac JL y Fernández E. (2022). "Diversidad polínica en pan de abeja (*Apis mellifera* L.) en dos apiarios de la provincia de Matanzas, Cuba". *Apiciencia* XXII (3).

Una adecuada nutrición es fundamental para el crecimiento y desarrollo de la colmena. La diversidad y disponibilidad del polen en el radio de pecoreo de *Apis mellifera* L. es un factor importante para su vitalidad y salud. Cuba, es un país con abundantes recursos polínicos, sin embargo, las floraciones tienen lugar de manera puntual durante el año. Los apicultores realizan trashumancia de sus colmenas hacia otras zonas para suplir las necesidades nutricionales de la colmena. Es por ello que se analizó la diversidad de los granos de polen almacenados como pan de abeja en dos apiarios, uno fijo y el otro trashumante, en la provincia de Matanzas durante el año 2021. Se encontraron granos de polen provenientes de 29 tipos polínicos en ambos apiarios. El índice de Diversidad de Shannon osciló entre 0.30 a 1.93 y de 0.14 a 1.97 en el apiario fijo y trashumante, respectivamente. Sin embargo, solo se obtuvo diferencia significativa en la diversidad polínica entre los meses de estudio $Sq=8.39 \times 10^{-12}$. *Apis mellifera* mostró preferencia por los granos de polen de *Cocos nucifera* fundamentalmente. Se identificaron como secundarios los tipos polínicos *Combretaceae*, *Bursera simaruba*, *Mimosoideae*, *Helianthus annuus*, Tipo *Bidens-Viguiera*, *Roystonea regia* y *Dichrostachys cinerea*. De manera general se concluye que existe en ambos apiarios una adecuada disponibilidad y diversidad de floraciones poliníferas.

Adequate nutrition is essential for the growth and development of the hive. The diversity and availability of pollen in the foraging radius of *Apis mellifera* L. is an important factor for its vitality and health. Cuba is a country with abundant pollen resources, however, the blooms take place punctually during the year. Beekeepers transhumance their hives to other areas to supply the nutritional needs of the hive. With this in mind, the diversity of pollen grains stored as bee bread in two apiaries, one fixed and the other transhumant, in the province of Matanzas during the year 2021 was analyzed. Pollen grains from 29 pollen types were found in both apiaries. The Shannon Diversity Index ranged from 0.30 to 1.93 and from 0.14 to 1.97 in the fixed and transhumant apiaries, respectively. However, only significant difference in pollen diversity was obtained between the months of study $Sq=8.39 \times 10^{-12}$. *Apis mellifera* showed preference for *Cocos nucifera* pollen grains mainly. The pollen types *Combretaceae*, *Bursera simaruba*, *Mimosoideae*, *Helianthus annuus*, *Bidens-Viguiera* type, *Roystonea regia* and *Dichrostachys cinerea* were identified as secondary. In general, it is concluded that there is an adequate availability and diversity of polliniferous blooms in both apiaries.

Introducción

La abeja doméstica, *Apis mellifera* L. ha sido sujeto en los últimos 20 años de la acción de diferentes presiones. Diversos estudios plantean que el continuo cambio climático, la pérdida de hábitat natural y la intensificación de los grandes monocultivos han influido en el debilitamiento y disminución de la población de abejas en la colmena (Goulson, Nicholls, Botías, y Rotheray, 2015). A pesar de que *A. mellifera* rara vez hace frente a la falta de disponibilidad de polen (como fuente fundamental de nutrientes), se han visto afectadas por la disparidad en tiempo y espacio de la abundancia de los recursos florales (Di Pasquale et al., 2013). En este sentido, alteraciones en la zona de forrajeo de las abejas pueden proporcionarle una nutrición deficiente y por tanto afectar la salud a nivel poblacional (Decourtye, Mader y Desneux, 2010; Naug, 2009).

El polen proveniente de diferente origen botánico varía en su contenido nutricional, lo que indica que algunos granos presentan mejor calidad para las abejas que otros (Goulson et al., 2015). Este recurso, también es considerado importante a nivel de colmena lo que permite el desarrollo de las glándulas hipofaríngeas involucradas en la secreción de jalea real en las abejas jóvenes, la cual es utilizada para alimentar a las larvas y a la reina (Weiner et al., 2010; Karl Crailsheim, 1992; K Crailsheim et al., 1992). Además, se ha descrito que tanto la calidad como la diversidad del polen influyen favorablemente sobre el sistema inmune de las abejas, la tolerancia a patógenos como bacterias, virus, microsporidios y la reducción de la sensibilidad a los pesticidas y de la colmena como un todo (Decourtye et al., 2010; Di Pasquale et al., 2013).

La flora polinífera cubana se caracteriza en su mayoría por la presencia de plantas silvestres. De manera general, las familias botánicas con alta representatividad de interés apícola son Asteraceae y Arecaceae. Ambas están representadas por un número apreciable de especies, que constituyen en su mayoría un grupo de especial valor apícola (Ordetx, 1978). Debido a que las diferentes comunidades vegetales que forman la flora tienen un período de máxima floración de forma progresiva, no todas las comunidades florecen a un mismo tiempo (Gisbert, Roig y Sanchís, 1993). En este sentido se ha descrito un pico anual alrededor de los meses entre septiembre y diciembre, mientras que en los meses de enero y febrero disminuye (Pérez-Piñeiro, 2007). Además, las diferentes especies botánicas existentes en Cuba no se encuentran distribuidas de manera homogénea a lo largo del país. Todo esto implica que los apicultores deban trashumar sus colmenas hacia zonas costeras para aprovechar la flora del lugar.

En el caso particular de la Ciénaga de Zapata posee una vegetación muy variada por las características ecológicas del lugar (Del Risco y A.H., 1993). En esta región del país se han determinado 56 especies de plantas poliníferas visitadas por las abejas (Machado y Sotolongo, 2000). Las más destacadas son el guao de costa (*Metopium toxiferum* (L.) (Krug y Urb.), el mangle prieto (*Avicennia germinans* (L.)) y el romerillo de costa (*Vighiera helianthoides* Kunth), las cuales florecen en los meses de abril, mayo y junio-julio, respectivamente (Leyva y Cano, 2022).

Es por ello, que en el siguiente estudio nos propusimos analizar la diversidad polínica en pan de abeja almacenado en las colmenas de dos apiarios de Matanzas. De los cuales, uno se mantuvo fijo y el otro se trashumó hacia la Ciénaga de Zapata. Esta información sería de gran importancia para los apicultores en el manejo de sus apiarios, dado que podrían discernir si las colmenas están instaladas en el lugar adecuado. Además, podrían trashumar o introducir en su localidad plantas melíferas que mejoren su producción.

Materiales y Métodos

Dos apiarios profesionales provenientes de la provincia de Matanzas fueron usados para este estudio. El apiario 1, está localizado en las coordenadas 22°36'27.822"N y 081°19'39.756"W, permaneció fijo durante todo el estudio, mientras que, el apiario 2 ubicado en las coordenadas 22°35'50.822"N y 081°18'07.998"W se trashumó en el período de abril a junio hacia la Ciénaga de Zapata. Cada apiario estaba compuesto por 20 colonias con buena vitalidad. Las muestras de cada colmena se recolectaron mensualmente desde enero 2021 hasta diciembre del mismo año. Cada muestra comprendió 0.250g de pan de abeja almacenado en la colmena proveniente de tres cuadros diferentes cercanos al área de cría para el análisis de la diversidad polínica.

Determinación de la diversidad polínica en pan de abeja

Para el análisis polínico del pan de abeja muestreado se tomó 0.125g de cada una de las muestras recolectadas. Posteriormente fue homogenizada en ácido acético glacial y acetolizada para la observación bajo el microscopio óptico (Erdtman, 1969). Para la identificación y cuantificación de los granos de polen se tomó una alícuota de 10µL de cada muestra. Los granos de polen de cada alícuota se tiñeron con empleo de glicero-gelatina teñida con fucsina básica elaborada según las indicaciones de Galán et al., (2007). Esta tinción es específica para resaltar la morfología externa de los granos de polen y facilitar su identificación, la cual se llevó a cabo a 400X. Se cuantificó un total de 500 granos de polen por muestra para determinar la

abundancia relativa.

El reconocimiento taxonómico se realizó a nivel de familia, género, especie o morfotipo, este último incluye los tipos polínicos presentes en una misma área geográfica y que comparten características morfológicas (J Louveaux, Maurizio y Vorwohl, 1978). El término morfotipo se emplea en un sentido más amplio para indicar el grupo, forma o tipo del grano de polen. La identificación de los tipos de polen se realizó con el apoyo de literatura especializada (Machado y Sotolongo, 2000; Montoya-Pfeiffer, León-Bonilla y Nates-Parra, 2014).

Cada tipo polínico identificado fue incluido dentro cuatro categorías, según el criterio propuesto por Louveaux et al., (1978). La categoría de polen predominante incluye los grupos taxonómicos que presentaron una frecuencia >45% en las muestras de polen cuantificados. Las categorías secundario, menor importancia y minoritario incluyen los grupos taxonómicos que estuvieron representados entre 16-45%, 3-15% y <3%, respectivamente.

Análisis estadístico

La diversidad polínica en cada muestra fue calculada mediante el índice de diversidad de Shannon-diversity index (Shannon, 1948). El índice de diversidad se analizó de manera espacial (localización de los apiarios) y temporal (por meses). Para evaluar el efecto de la localización de los apiarios y el momento de recolección de las muestras sobre la diversidad polínica, se realizó un ANOVA bifactorial con un nivel de significación de 0.05. La variación mensual del índice de diversidad se analizó para cada apiario por separado mediante la prueba H de Kruskal-Wallis seguida de una prueba de Dunn para comparaciones múltiples. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico Graph Pad Prism 5.

RESULTADOS

El análisis microscópico permitió el reconocimiento de 29 morfotipos de polen en ambos apiarios a diferentes niveles taxonómicos 20 de familia, 2 de subfamilia, 3 de género, 7 de especie y 2 de tipo. Las familias más representativas fueron Arecaceae (43,39%), Fabaceae (22,52%), Combretaceae (13,63%) y Asteraceae (10,32%). Dentro de Arecaceae se identificaron las especies botánicas *Cocos nucifera* (L.) y *Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook. En el caso de la familia Asteraceae se identificaron granos representativos de tipo Aster, tipo *Bidens-Viguiera* y de la especie *Helianthus annuus* (L.). Por su parte, la familia Fabaceae estuvo representada por el género *Caesalpinia* sp. y las subfamilias Faboideae, y Mimosoideae. En esta última, se identificaron las especies *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight y Arn., *Mimosa pellita* (Humb. y Bonpl. Ex Willd.) y *Mimosa pudica* (L.).

De los 29 morfotipos, tres (*Cocos nucifera*, Combretaceae y Faboideae) presentaron una abundancia relativa mayor de 0,2. El resto de los morfotipos (26) tuvieron una abundancia

menor de 0.2 en ambos apiarios durante todo el período de estudio, con algunas excepciones puntuales como es el caso de *Mimosa pudica* (AR>0.2) y *Bidens-Viguiera* (AR>0.2) en el apiario 1 en noviembre y diciembre, respectivamente. Del mismo modo ocurrió en el apiario 2 con *Bursera simaruba* (AR>0.2) en marzo y abril y con Mimosoideae (AR>0.2) y *Helianthus annuus* (AR>0.2) en abril y noviembre, respectivamente.

De los 26 morfotipos, 12 se clasificaron como taxones minoritarios en ambos apiarios durante el período de estudio. Para el resto de los tipos polínicos la clasificación dentro de las cuatro categorías varió por apiario y por mes, como es el caso de la familia Combretaceae y de la especie *Bursera simaruba*. El primero, quedó clasificado dentro de la categoría de taxón predominante solamente en el apiario 1 en los meses de abril y mayo, mientras que en los meses de marzo y junio en el apiario 1 y en mayo y junio en el apiario 2 se registró como taxón secundario. En el caso de *Bursera simaruba* se encontró como taxón predominante solamente en el mes de abril en el apiario 2, mientras que en los meses de marzo en ambos apiarios y en el mes de junio en el apiario 2 se registró como taxón secundario.

El morfotipo polínico con mayor abundancia relativa y mayor frecuencia de aparición fue *Cocos nucifera*. Para esta especie se registró una FA>0.50 en el apiario 1 durante el periodo de estudio y se identificó como taxon predominante en los meses de enero, febrero, agosto, septiembre, octubre y noviembre (Figura 1). Se encontró como taxon secundario en los meses de mayo, junio y diciembre, mientras que en marzo y abril se registró en la categoría de menor importancia. En el apiario 2, también tuvo una frecuencia de aparición >0.50 excepto en los meses de marzo (FA<0.25) y junio (0.50<FA<0.60). En este apiario se registró como predominante en los meses de enero, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, mientras que, en febrero y mayo se clasificó como secundario, en abril y junio de menor importancia y en marzo como minoritario.

La subfamilia Faboideae también mostró una frecuencia de aparición elevada. En este sentido, se registró con una FA>0.60 excepto en el mes de abril en el apiario 1 y en los meses de marzo (FA~0.25), abril (no se registró) y junio (FA~0.50) en el apiario 2. Clasificándose como predominante solo en el mes de marzo en el apiario 2. Este taxon en el apiario 1 se clasificó como polen secundario en los meses de enero, marzo, junio y octubre y de menor importancia en los meses de febrero, abril, mayo, agosto, septiembre y diciembre. En el mes restante quedó clasificado como minoritario. En el caso del apiario 2, se registró como polen secundario en los meses de enero, febrero, mayo, junio y diciembre, mientras que en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre se encontró como polen de menor importancia. En el mes restante quedó clasifica-

do como minoritario.

La diversidad polínica encontrada fue significativamente diferente entre los meses analizados (Figura 2). El índice de diversidad de Shannon promedio varió de $1,13 \pm 0,28$ a $1.46 \pm 0,26$ en el apiario 1, con un mínimo de 0,30 y un máximo de 1,93 en abril y diciembre, respectivamente. En

el apiario 2, esta variación fue de $1,11 \pm 0,34$ a $1,05 \pm 0,25$ registrándose un mínimo de 0,14 en agosto y un máximo de 1,97 en diciembre. En el apiario 1 se observó diferencias significativas en la diversidad polínica entre los meses de enero y febrero respecto a abril. En este último mes se obtuvo el valor más bajo de diversidad polínica para este apiario.

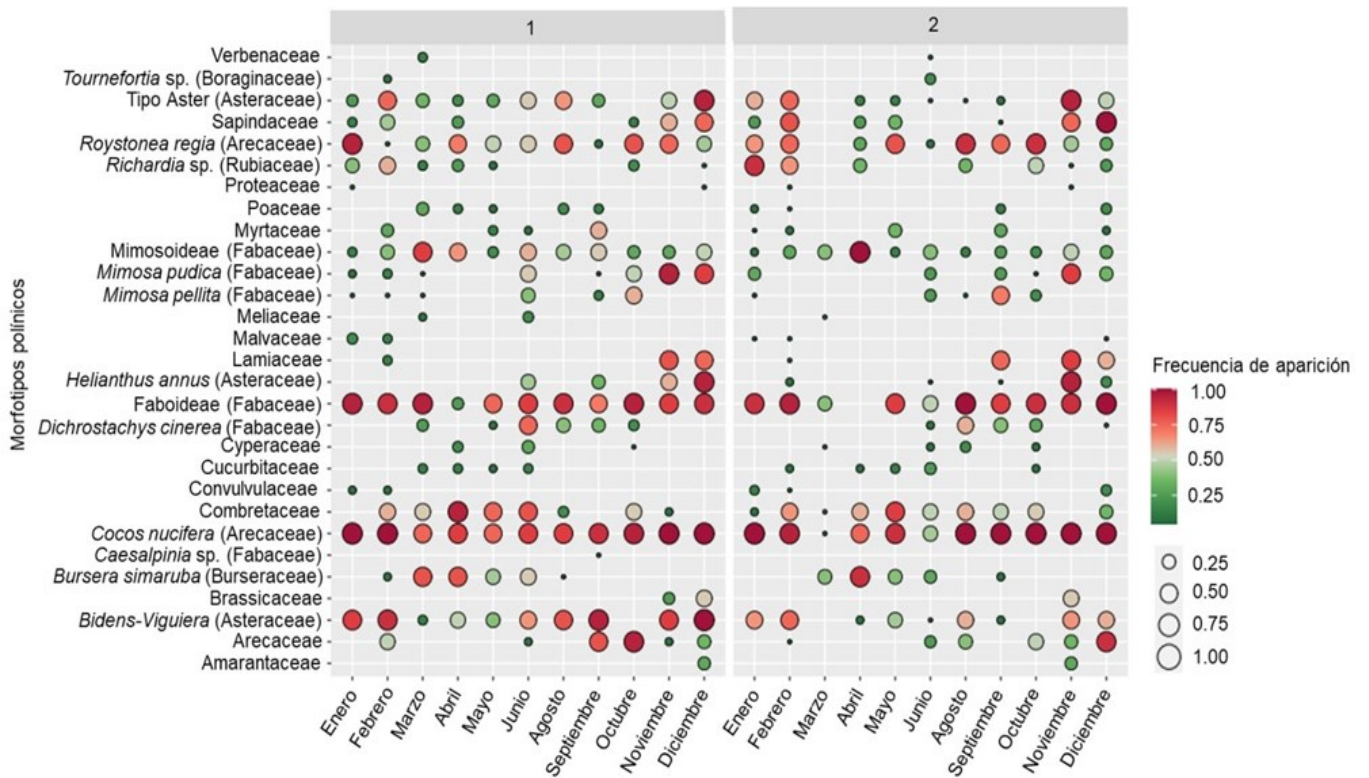


Figura 1. Frecuencia de aparición registrada por apiarios mensualmente.

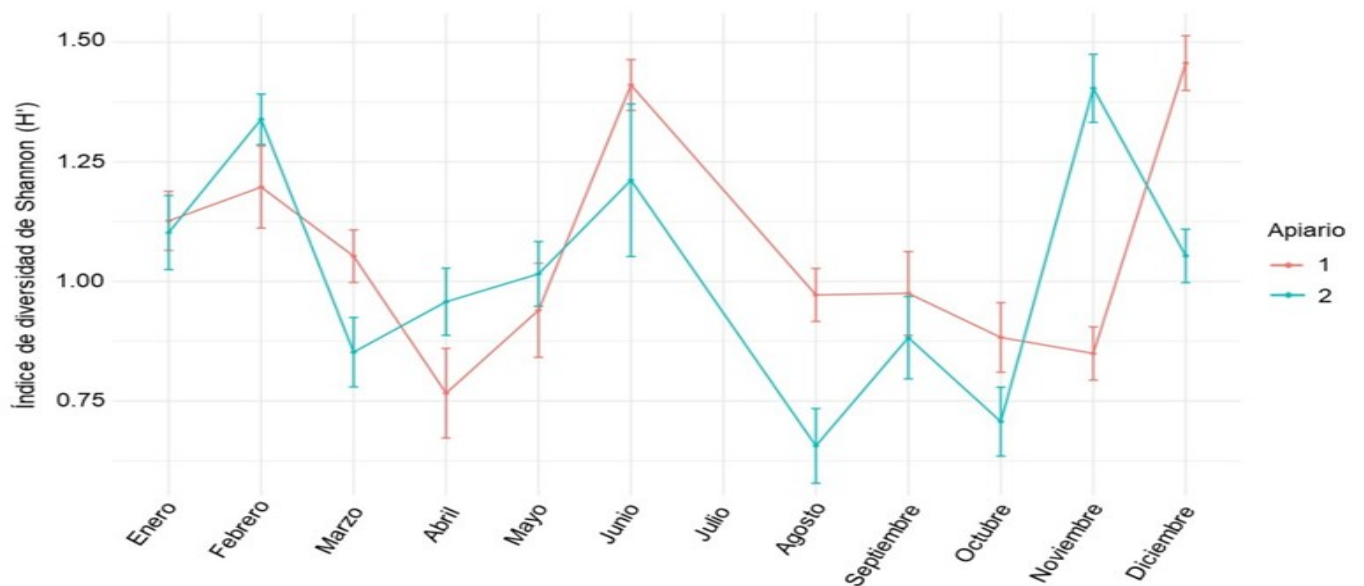


Figura 2. Variación de la diversidad polínica en cada apiario por mes.

Además, se obtuvo diferencias significativas entre los meses de marzo, abril y mayo respecto a junio. Mientras que en este último mes la diversidad fue significativamente diferente a la que encontrada en el mes de agosto. En el caso del apiario 2, la diversidad polínica registrada mensualmente fue significativamente diferente entre los meses de enero, febrero, mayo y junio respecto a agosto. En este último mes se observó la menor diversidad polínica. También se obtuvo diferencia significativa al comparar el mes de febrero (mayor diversidad polínica) respecto a marzo y abril. El Índice de diversidad de Shannon también fue analizado según el factor apiario durante el transcurso del año. Sin embargo, este factor no mostró un efecto significativo en la diversidad polínica registrada.

DISCUSIÓN

Existe una estrecha relación entre *Apis mellifera* y su hábitat. Múltiples factores influyen en dicha relación, entre los cuales se incluye la biología de las abejas y las características de las especies de plantas de donde obtienen nutrientes, néctar y polen (De Sá Otero, Díaz, y Armesto, 2004). El análisis del origen botánico del polen recolectado como pan de abeja en el interior de las colmenas de ambos apiarios resultó independiente a la ubicación de uno respecto al otro. Este es un resultado que concuerda con lo esperado si se tiene en cuenta que la distancia que separa a ambos apiarios es de 2 km aproximadamente, de modo que las zonas de pecoreo se encuentren solapadas. Por el contrario, en ambos apiarios el índice de diversidad de Shannon polínico varió significativamente con el transcurso de los meses. Esta variación observada puede verse favorecida por la acción del calendario floral de las diferentes especies de plantas políferas (Machado y Sotolongo (2000), aunque en el pan de abeja se pueden encontrar almacenado en forma de discos los granos de polen provenientes no solo de diferentes fuentes botánicas sino también de diferentes meses. Las abejas tienen conductas permanentes en relación a las especies florales que pecorean y se ha determinado que utilizan como fuente de polen las especies en flor disponible, según la época y sus preferencias de recolección (Montenegro et al., 1992).

De manera general, se identificaron 29 morfotipos, en ambos apiarios. A pesar del variado origen botánico del polen analizado, el índice de diversidad de Shannon (H') registrado fue menor de 2.00. De acuerdo con Margalef (1972), $H' < 2.00$ es indicativo de baja diversidad. Este resultado pudiera deberse a dos escenarios posibles. Uno en el cual los morfotipos identificados sean la fuente polífera existente en esa área y otro escenario en el cual el

polen recolectado solo represente una parte de los recursos políferos disponibles, asequibles y de preferencia en la zona.

Diversos estudios plantean que *Apis mellifera* compensa la escasez de recursos florales a través del incremento de su rango de forrajeo, lo cual le permite mantener la diversidad y la cantidad del polen colectado (Alves y Santos, 2014; Avni, Dag, y Shafir, 2009; Danner, Molitor, Schiele, Härtel, y Steffan-Dewenter, 2016; Requier et al., 2015). Si en este caso, las abejas pertenecientes a ambos apiarios no encontraran la cantidad de polen requerido para una adecuada nutrición, estas incrementarían su rango de vuelo óptimo para satisfacer sus necesidades. Si bien no es posible afirmar que lo hayan realizado, las abejas pertenecientes a uno u otro apiario fueron capaces de recolectar polen del mismo origen botánico. Este resultado se obtuvo incluso en el período de marzo a junio, en el cual el apiario 2 fue trashumado hacia la Ciénaga de Zapata.

El aporte oportuno de sustitutos o por la trashumancia de las colmenas a zonas de aporte natural, evita carencias de polen en la colonia. La competencia intraespecífica (debido a una gran concentración de colonias en una región) puede ser reducida a un nivel aceptable a través de una correcta ubicación de colmenas de acuerdo a la riqueza floral (Estévez et al., 2011). Es válido destacar que el apicultor realizó trashumancia de las colmenas del apiario 2 fundamentalmente por las plantas melíferas existentes en la Ciénaga de Zapata en ese periodo. Este movimiento favoreció un aumento en el Índice de Diversidad polínico en el apiario trashumado respecto al apiario 1 que se mantuvo fijo en su ubicación inicial (Figura 2). Aunque la abundancia relativa y la frecuencia de aparición de algunos morfotipos identificados de ambos apiarios variaron, no fue una variación significativa y no se encontró diferencias significativas en los valores de este parámetro entre ambos apiarios en ese periodo del estudio. Además, solo se encontraron granos de polen de familias que ya se encontraban identificadas, de modo que en este comportamiento denota una preferencia por ciertos tipos morfológicos específicos, independientemente del total que pueda existir en ambas áreas.

Diversos autores plantean que las abejas prefieren algunas plantas respecto a otras basándose en la composición química del polen (Filipiak, 2019; Filipiak et al., 2017; Keller, Fluri y Imdorf, 2005). Una mezcla de diversos tipos de polen es utilizada por las abejas en su dieta, el cual tiene un contenido proteico promedio de 21,6 %. Aunque puede encontrarse dentro de un rango que varía del 7,02 % al 29,87 % (Eckert, Shaw, y Phillips, 1960). Cada tipo

polínico posee una composición nutricional particular, por lo que el consumo de diferentes tipos de pólenes constituye una ventaja de obtener una dieta más equilibrada (Schmidt, 1984). Las abejas son sensibles, además de a la disponibilidad de proteína en el polen, al costo de pecoreo, por lo que esta actividad la realizan de la forma más eficiente (Free, 1963; Waddington y Holden, 1979). De ahí que, las preferencias alimenticias de las abejas se manifiestan en la utilización de sólo una parte de la flora a su alcance de acuerdo a su contenido proteico y distancia de vuelo (Jean Louveaux, 1958; Vivas, Maca, y Pardo, 2008).

En nuestro caso, del total de tipos morfológicos identificados, *A. mellifera* mostró una mayor preferencia por *Cocos nucifera* durante casi todo el período de estudio. Su abundancia relativa ($AR > 0,50$) y frecuencia de aparición ($FA > 0,60$) fue mayor que la mostrada por el resto de los morfotipos identificados, en casi todos los meses en ambos apiarios. Por lo que esta especie resultó ser el taxon predominante en enero, febrero, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre en ambos apiarios excepto en diciembre que solo lo fue en el apiario 2. Este resultado concuerda con G.S Ordetx (1978), donde plantea que la familia botánica con alta representatividad de especies poliníferas de interés apícola en Cuba es *Arecaceae*. Si bien, esta especie resultó ser la preferida, cabe destacar que los granos de polen característicos de *Roystonea regia* y del tipo *Arecaceae* también estuvieron presentes, aunque con una frecuencia de aparición y abundancia menor.

En el resto de los meses se observó un efecto compensatorio de la disminución en la abundancia y frecuencia de aparición de *C. nucifera* con el aumento de los granos de polen de *Combretaceae*, *Bursera simaruba*, *Roystonea regia*, *Mimosoideae*, tipo *Bidens-Viguiera*, *Helianthus annuus* *Faboideae*, y *Dichrostachy cinerea* fundamentalmente. Los últimos dos tipos morfológicos pertenecientes a la familia *Fabaceae*, la cual está representada en nuestro país por un número apreciable de especies, constituyendo en su mayoría un grupo de especial valor apícola, algunas de ellas endémicas. Dentro de este criterio también podemos encontrar a la familia *Asteraceae* (Quiroz-García y Arreguín-Sánchez, 2008). En este caso, el tipo *Bidens-Viguiera* perteneciente a las Compuestas fue el que mayor frecuencia de aparición y abundancia mostró, encontrándose en algunos meses como polen secundario. De esta forma un grano de polen pudo encontrarse como predominante, secundario, minoritario o de menor importancia lo que fundamentalmente de la preferencia de las abejas.

CONCLUSIONES

El análisis polínico de las muestras de pan de abejas permitió identificar los morfotipos de polen a diferentes niveles

taxonómicos. Las familias más representativas en ambos apiarios son *Arecaceae*, *Fabaceae*, *Combretaceae* y *Asteraceae*. El morfotipo polínico con mayor abundancia relativa y mayor frecuencia de aparición es *Cocos nucifera*, con predominio en los meses de enero, febrero, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Los tipos polínicos secundarios son *Combretaceae*, *Bursera simaruba*, *Mimosoideae*, *Helianthus annuus*, Tipo *Bidens-Viguiera*, *Roystonea regia* y *Dichrostachy cinerea*. El cálculo del Índice de diversidad de Shannon promedio evidencia una baja diversidad debido a la zona geográfica en la cual están ubicados los apiarios de estudio, por lo que se hace necesario fomentar la propagación de las especies poliníferas que presentan menor diversidad en las áreas donde se encuentran ubicados los apiarios. De manera general en ambos apiarios existe una adecuada disponibilidad y diversidad de floraciones poliníferas.

AGRADECIMIENTOS

El colectivo de autores quiere agradecer al apicultor Alexander y familia de la provincia de Matanzas por haber puesto a disposición de la ciencia sus colmenas y participado activamente en la recolección de las muestras durante todo el período de estudio.

Declaración de Conflicto de Interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Declaración de Contribuciones de los Autores

AR: Conceptualización, metodología, escritura, borrador original

LS: Metodología, escritura y borrador original

CY: Análisis de datos, software, revisión y edición

AM: Análisis de datos, escritura, revisión y edición

JI: Análisis de datos, revisión y edición

EF: Análisis de datos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, R. d. F., y Santos, F. d. A. R. d. (2014). Plant sources for bee pollen load production in Sergipe, northeast Brazil. *Palynology*, 38(1), 90-100.
- Avni, D., Dag, A., y Shafir, S. (2009). Pollen sources for honeybees in Israel: Source, periods of shortage, and influence on population growth. *Israel Journal of Plant Sciences*, 57(3), 263-275.
- Crailsheim, K. (1992). The flow of jelly within a honeybee colony. *Journal of comparative physiology B*, 162, 681-689.
- Crailsheim, K., Schneider, L., Hrassnigg, N., Bühlmann, G., Brosch, U., Gmeinbauer, R., y Schöffmann, B. (1992). Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*):

- dependence on individual age and function. *Journal of insect Physiology*, 38(6), 409-419.
- Danner, N., Molitor, A. M., Schiele, S., Härtel, S., y Steffan-Dewenter, I. (2016). Season and landscape composition affect pollen foraging distances and habitat use of honey bees. *Ecological Applications*, 26(6), 1920-1929.
- De Sá Otero, M. P., Díaz, E., y Armesto, S. (2004). Flower election by honeybee and floral morphology. *Lazaroa*, 25, 113-123.
- Decourtye, A., Mader, E., y Desneux, N. (2010). Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Api-dologie*, 41(3), 264-277.
- Del Risco, R. E. O., R., y A.H., G. (1993). Vegetación, Flora y Fauna. In *Estudio Geográfico Integral. Ciénaga de Zapata* (pp. 80-96): A.C.C. e Inst. de Geodesia y Cartog.
- Estévez, Y., Castro, G. R., Peña, T. M., y Díaz, T. Y. (2011). Implementación del ensayo: análisis polínico para productos apícolas.
- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L. P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Alaux, C. (2013). Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *PLoS one*, 8(8), e72016.
- Eckert, J. E., Shaw, F. R., y Phillips, E. F. (1960). *Beekeeping*. (No Title).
- Erdtman, G. 1969. *Handbook of palynology-morphology-taxonomy-ecology*. Hafner Publ. Comp., New York.
- Filipiak, M. (2019). Key pollen host plants provide balanced diets for wild bee larvae: A lesson for planting flower strips and hedgerows. *Journal of Applied Ecology*, 56(6), 1410-1418.
- Filipiak, M., Kuszewska, K., Asselman, M., Denisow, B., Stawiarz, E., Woyciechowski, M., y Weiner, J. (2017). Ecological stoichiometry of the honeybee: Pollen diversity and adequate species composition are needed to mitigate limitations imposed on the growth and development of bees by pollen quality. *PLoS one*, 12(8), e0183236.
- Free, J. (1963). The flower constancy of honeybees. *The Journal of Animal Ecology*, 119-131.
- Galán, C., Cariñanos, P., Alcázar, P., y E, D. (2007). *Manual de calidad y gestión de la Red Española de Aerobiología*. Córdoba: Universidad de Córdoba
- Gisbert, J. B. P., Roig, C., y Sanchís, E. (1993). Importancia de la tras-humancia apícola valenciana a la meseta Castellano-Manchega. *Al-Basit: Revista de estudios albacetenses* (32), 213-222.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., y Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229), 1255957.
- Keller, I., Fluri, P., y Imdorf, A. (2005). Pollen nutrition and colony development in honey bees-Part II. *Bee world*, 86(2), 27-34.
- Leyva, M. M., y Cano, O. P. (2022). Caracterización de la flora apícola del apiario Macuto# 1 en diferentes áreas en el municipio de Puerto Padre. *Ojeando la Agenda* (75), 1.
- Louveaux, J. (1958). *Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (Apis mellifica L)*. *Les Annales de l'Abeille*, 1(3), 113-188.
- Louveaux, J., Maurizio, A., y Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee world*, 59(4), 139-157.
- Machado S., Sotolongo M. L., (2000). El polen de las plantas melíferas cubanas. *APICIENCIA* 2 (1).
- Margalef, R. (1972). Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 44, 211-235.
- Montenegro, G. (1992). *Flora de interés Apícola en Chile*. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, p 39.
- 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.
- Naug, D. (2009). Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. *Biological Conservation*, 142 (10), 2369-2372.
- Ordex, G.S. (1978): *Flora Apícola de la América Tropical*. *Cienc. Tec., La Habana*. 334 pp.
- Pérez-Piñero, A. (2007). *Manual de apicultura*. La Habana.
- Quiroz-García, D. L., y Arreguín-Sánchez, M. D. L. L. (2008). Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Morelos, México. *Polibotánica*, (26), 159-173.
- Requier, F., Odoux, J.-F., Tamic, T., Moreau, N., Henry, M., Decourtye, A., y Bretagnolle, V. (2015). Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. *Ecological Applications*, 25(4), 881-890.
- Schmidt, J. O. (1984). Feeding preferences of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae): individual versus mixed pollen species. *Journal of the Kansas entomological society*, 323-327.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 27(3), 379-423.
- Vivas, N. J., Maca, J. D., y Pardo, M. (2008). Caracterización cualitativa del polen recolectado por *Apis mellifera* L en tres apiarios del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 6(2), 94-98.
- Waddington, K. D., y Holden, L. R. (1979). Optimal foraging: on flower selection by bees. *The American Naturalist*, 114(2), 179-196.