

# ANÁLISIS PALINOLÓGICO DE LA MIEL DE *Apis mellifera* L., PRODUCIDA EN EL ALTIPLANO DEL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

## PALYNOLOGY ANALYSIS OF *Apis mellifera* L. HONEY, PRODUCED IN THE HIGH PLATEAU OF THE STATE OF PUEBLA, MÉXICO

Pérez-Sato, M.<sup>1\*</sup>; Flores-Garrido, A.F.<sup>2</sup>; Castro-González, N.P.<sup>1</sup>; Escobar-Hernández, R.<sup>1</sup>; Soni-Guillermo, E.<sup>1</sup>; Pérez-Hernández, H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, PE de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, Reforma 165 Colonia Centro, Tlatlauquitepec Puebla. C. P. 73900. <sup>2</sup>Maestría en Manejo Sostenible de Sistemas Agrícolas de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. Universidad s/n, San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla. C. P. 73800. <sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Av. Rancho Polígono2-A, Ciudad Industrial, 24500, Lerma Campeche, Campeche. México.

\*Autor de correspondencia: marcos.perez@correo.buap.mx

### RESUMEN

Se realizó un estudio palinológico con el objetivo de analizar la miel de *Apis mellifera* L., producida en la región altiplano del estado de Puebla y determinar su origen botánico, índices de diversidad y equidad, hábito de pecoreo y estrato vegetal de importancia, para lo cual se recolectaron nueve muestras directamente de los tanques de sedimentación de miel, así como flores en la proximidad de los apiarios en siete municipios de dicha región. Los granos de polen contenidos en 10 g de miel en cada muestra fueron extraídos por centrifugación, tratados por acetólisis y montados en gelatina glicerada. Se encontraron 51 tipos polínicos, de los cuales, sólo cuatro son considerados de importancia pertenecientes a las especies *Brassica* spp., y *Lopezia* spp.; a la familia Asteraceae y un tipo polínico desconocido. Las mieles fueron clasificadas como monoflorales de Asteraceae excepto la proveniente de San Salvador el Seco, que se consideró como multifloral con predominancia de Asteraceae. El índice de diversidad fue en un rango de 1.23 a 2.00, con una media de  $1.59 \pm 0.3$  considerado bajo en comparación con lo registrado en zonas tropicales. El índice de equidad se ubicó entre 0.46 y 0.76, con una media de  $0.58 \pm 0.1$ , lo que concuerda con el aprovechamiento de un reducido número especies. El estrato vegetal de importancia fue el herbáceo, y sólo en una muestra un tipo polínico estuvo representado por más del 70%, que determina un hábito de pecoreo polilético con fuerte preferencia por la familia Asteraceae.

**Palabras clave:** palinología, tipo polínico, Asteraceae, polilético.

## ABSTRACT

A palynology study was carried out with the objective of analyzing honey from *Apis mellifera* L., produced in the high plateau region of the state of Puebla and defining its botanical origin, indexes of diversity and equity, foraging habit, and plant stratum of importance, for which nine samples were collected directly from the honey sedimentation tanks, as well as flowers in the proximity of apiaries in seven municipalities of that region. The pollen grains contained in 10 g of honey in each sample were extracted through centrifugation, treated by acetolysis and mounted on glycated gel. Fifty-one (51) pollen types were found, of which only four are considered important, belonging to the species *Brassica* spp. and *Lopezia* spp., to the family Asteraceae, and one unknown pollen type. The honeys were classified as monofloral from Asteraceae except the one from San Salvador el Seco, which was considered multifloral with predominance of Asteraceae. The diversity index was in a range of 1.23 to 2.00, with a mean of  $1.59 \pm 0.3$  considered low in comparison to what is found in tropical zones. The equity index was placed between 0.46 and 0.76, with a mean of  $0.58 \pm 0.1$ , which agrees with the exploitation of a reduced number of species. The important plant stratum was the herbaceous, and only in one sample of pollen type was represented by more than 70 %, which determines a polylectic foraging habit with strong preference for the Asteraceae family.

**Keywords:** palynology, pollen type, Asteraceae, polylectic.

racterización melisopalinológica de la miel de *Scaptotrigona mexicana* Guérin y *Apis mellifera* L., en la sierra norte, por Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández (2007). Por lo antes expuesto, la presente investigación tuvo como objetivo analizar mediante estudios palinológicos la miel de *Apis mellifera* L., producida en la región altiplano del estado de Puebla, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó con muestras de miel producida en la región del altiplano del estado de Puebla, México, que corresponde a la provincia biogeográfica Eje Neovolcánico y a la subprovincia Lagos y volcanes del Anáhuac, caracterizada por la presencia de llanuras y valles (CONABIO, 2011). Se recolectaron muestras de los municipios de Aljojuca, Amozoc, Atlixco, Huejotzingo, Nopalucan, San Salvador el Seco y San Nicolás Buenos Aires. Las muestras se recolectaron de 500 ml de miel, directamente del tanque de sedimentación de productores apicultores, en los meses de octubre y noviembre de 2016 (Cuadro 1). Se realizaron visitas a las zonas de pecoreo y se recolectaron 24 plantas en floración en las que se observó visita de abejas, las

## INTRODUCCIÓN

La miel de abeja (*Apis mellifera* L.) es el principal producto de la colmena y es considerado como un alimento esencialmente energético, en el que se han encontrado propiedades curativas desde tiempos ancestrales (Weirich *et al.*, 2002). Es por ello, que existe una creciente demanda por mieles diferenciadas (Ciappini *et al.*, 2009) que pueden variar de acuerdo a su origen botánico (Zandamela, 2008). En la miel se encuentran granos de polen provenientes, de las plantas pecoreadas por las abejas, por lo que es de interés su análisis a través de estudios palinológicos los cuales ayudan para la determinación de su origen botánico, proveen información sobre su calidad en relación al proceso de extracción o adulteración (Von Der Ohe *et al.*, 2004); permiten la observación de los hábitos de pecoreo de las abejas (Ciappini *et al.*, 2009; Stawiarz y Wróblewska, 2010) y promueven la conservación y recuperación de algunos tipos de vegetación de importancia apícola (Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011), que contribuyen al sostenimiento de la producción y amortiguan la actividad humana en general (Silva *et al.*, 2006); contribuyendo a hacer de la apicultura una actividad sustentable. En México, se cuenta actualmente con estudios palinológicos de la miel producida en el Valle de México (Piedras y Quiroz, 2007), Yucatán (Alfaro *et al.*, 2010), Tabasco (Castellanos, 2010), Oaxaca (Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011) y Zacatecas (Acosta-Castellanos *et al.*, 2011), entre otros. Por lo que respecta al estado de Puebla, se cuenta con la ca-

**Cuadro 1.** Clasificación de las muestras de miel de *Apis mellifera* L., producida en la región altiplano del estado de Puebla, México, por su procedencia durante otoño 2016.

Municipio	Clasificación
Nopalucan	ALT1
Nopalucan	ALT2
Atlixco	ALT3
Huejotzingo	ALT4
San Salvador el Seco	ALT5
San Nicolás Buenos Aires	ALT6
Aljojuca	ALT7
Chachapa	ALT8
Amozoc	ALT9

cuales fueron montadas para su posterior identificación. Además, se obtuvieron muestras de flores de las mismas especies las cuales se colocaron en alcohol al 70% y procesadas para extraer el material polínico (Sajwani *et al.*, 2007). Adicionalmente se realizó una consulta con apicultores locales para identificar especies vegetales de importancia y determinar sus épocas de floración.

**Extracción y preservación del material polínico de miel y de referencia**

Para la obtención de los granos de polen presentes en la miel, así como a las flores del material polínico de referencia, se utilizó la metodología de Louveaux *et al.* (1978) y fueron procesadas mediante el método de acetólisis de Erdtman (1969), ambas metodologías recopiladas y descritas por Alfaro *et al.* (2010). Todas las muestras fueron montadas de forma individual en un portaobjetos y preservadas con grenetina glicerada hasta la realización de los análisis microscópicos. Las variables evaluadas fueron: Caracterización botánica (Louveaux *et al.*, 1978), índice de diversidad (Shannon-Weaver, 1949), índice de equidad (Pielou, 1984), hábito de pecoreo (Quiroz y Palacios, 1999) y estrato vegetal de importancia.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se encontraron 51 tipos polínicos; sin embargo, muchos de ellos tuvieron un nivel de representación menor al 3%. Únicamente cuatro tipos se consideraron de importancia: los tipos *Brassica* spp., *Lopezia* spp y tipo 10. El tipo Asteraceae se catalogó como dominante (Cuadro 2), por lo que las muestras se consideraron monoflorales

para éste tipo, excepto la muestra ALT5 perteneciente a San Salvador el Seco, la cual puede considerarse multifloral con predominancia de la familia Asteraceae.

**Índice de diversidad**

El índice de diversidad sirve para determinar el tamaño de nicho trófico a través del número de taxa presentes en las muestras de miel. En el presente estudio, los valores de diversidad se encontraron en un rango de 1.23 a 2.00 (Figura 1).

**Índice de equidad**

El índice de equidad ( $J'$ ) permite conocer la uniformidad de pecoreo de las abejas. El pecoreo es uniforme si el valor se aproxima a 1 y heterogéneo cuando el valor se aproxima a 0. En la presente investigación se registraron valores de 0.46-0.76 (Figura 2).

**Hábito de pecoreo**

De las muestras analizadas, en la procedencia de Atlixco, se registró que una familia de plantas estuvo representada por más del 70% de los granos de polen contados (82.86%).

**Estrato vegetal de importancia**

La presencia como tipo polínico de mayor importancia por las especies *Brassica* spp., *Lopezia* spp. (Asteraceae) indicaron que el estrato de preferencia es herbáceo.

En cuanto a la caracterización botánica los resultados concuerdan con lo mencionado por Girón (1995) en

**Cuadro 2** Frecuencias relativas (%) de los tipos polínicos encontrados en mieles del altiplano de Puebla, México, y su clasificación.

Tipo polínico*	Muestra								
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9
Brassica spp.	17.17SE	26.61SE		6.97IM	31.33SE	32.69SE	34.42SE	14.48IM	38.08SE
Asteraceae	50.05DO	47.04DO	82.86DO	62.02DO	42.30SE	59.09DO	60.09DO	47.36DO	45.34DO
Lopezia spp.			2.4 Mi		22.92SE				5.31IM
10	4.51IM	3.67IM	2.03Mi	20.51SE				28.01SE	7.08IM
12	8.44IM	3.49IM							
19				2.85Mi					
21			4.61IM						
22			2.21Mi	3.04IM					
23		5.73IM							
27		3.05IM							
46								3.17IM	

\* DO, polen dominante (>45%); SE, polen secundario (16-45%); IM, polen importante minoritario (3-15%); Mi, polen minoritario (<3%) (Louveaux *et al.*, 1978).

Colombia, quien, de 53 tipos reportados, indica que las especies de importancia sólo fueron dos: *Coffea arabica* y *Mimosa púdica*. Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández (2007) en la sierra norte de Puebla, reportaron 14 especies en la muestra de miel de *Apis mellifera* L.; sin embargo, sólo cuatro fueron de importancia (*Muntingia calabura* L., *Coffea arabica* L., *Pimenta dioica* (L) Merr., y *Miconia artentea* L.). La presencia de especies con frecuencias relativas bajas puede deberse a la contaminación debida al procesamiento del polen por parte de las abejas y la presencia de polen anemófilo (Quiroz y Palacios, 1999). Ramalho *et al.* (1985), mencionaron que los tipos con porcentajes de representación entre el 1% y 10%, pueden considerarse como fuentes secundarias, poco atractivas, pero con potencial para complementar los requerimientos alimenticios de la colonia. Sólo las especies con representación del 10% o más, se consideran fuentes importantes de alimento. Resultados similares mencionan Quiroz-García y Arreguín-Sánchez (2008), quienes, en Morelos, México, identificaron tres tipos de importancia para la localidad de Tlayacapan, cinco en Cuernavaca, y sólo dos para la localidad de Tepoztlán, clasificándose ésta última como monofloral de la familia Asteraceae.

Piedras y Quiroz (2007) en dos localidades del sur del Valle de México encontraron que los recursos de mayor importancia fueron los géneros *Brassica* spp., *Eucalyptus* spp., y *Lopezia* spp., así como otros de la familia Asteraceae. Las mieles se clasificaron como multiflorales, siendo la miel de Tláhuac multifloral con dominancia de Asteraceae. La importancia de la familia Asteraceae se debe a su diversidad y abundancia, como lo mencionan Ramalho *et al.* (1985), además

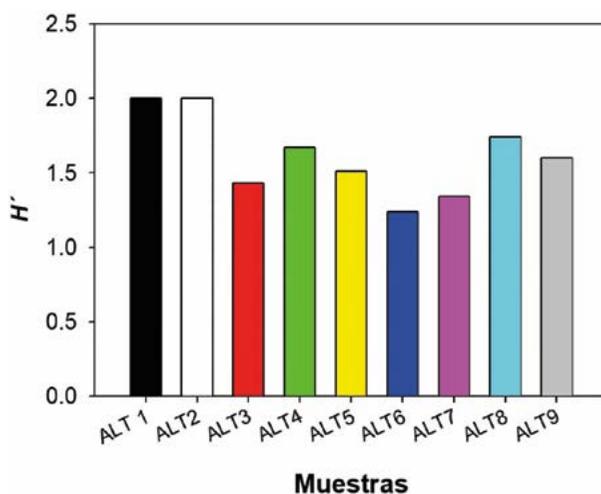
son ampliamente visitadas por las abejas al proporcionar néctar y polen (Valle *et al.*, 2000). Es importante considerar, que la apicultura desarrollada en la región de estudio, es principalmente de tipo trashumante y las colonias son trasladadas a la región del altiplano en la época de floración abundante de dicha familia.

Los valores de  $J'$  presentaron una media de 0.58. En la muestra ALT5 del municipio

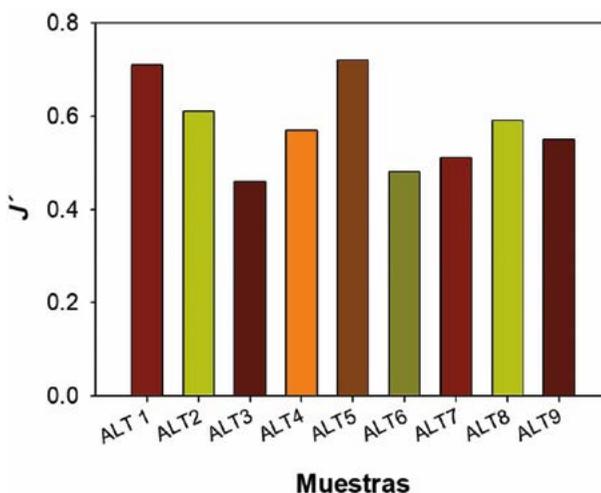
de San Salvador el Seco, se observó el índice de equidad más alto correspondiendo a un pecoreo más homogéneo y puede relacionarse positivamente con la presencia de la familia Asteraceae y las especies *Brassica* spp., *Lopezia* spp., todos como tipos secundarios (SE). Estas dos últimas especies ya han sido reportadas como de importancia para la alimentación de las abejas *Lopezia* spp., como recurso nectífero y *Brassica* spp., como recurso néctar-polinífero en Argentina (Andrada *et al.*, 1998; Basualdo *et al.*, 2006); en el estado de México (Piedras y Quiroz, 2007), y Zacatecas (Acosta-Castellanos *et al.*, 2011).

En ALT3, del municipio de Atlixco, se encontró el índice de equidad más bajo, lo que indica un pecoreo heterogéneo y se relaciona con la dominancia del tipo Asteraceae (83.86%) lo que significa que esta especie es aprovechada de forma intensa como lo mencionan

Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández (2007). Estos índices de equidad son similares a los encontrados por Piedras y Quiroz (2007) en Xochimilco (0.50) y Tláhuac (0.66) en la Ciudad de México; sin embargo, ellos reportan una relación positiva entre el índice de diversidad y de equidad que es lo contrario a lo encontrado en el presente trabajo para ALT5 en la que, a pesar de la preferencia por la familia Asteraceae observada en



**Figura 1.** Valores de los índices de diversidad ( $H'$ ) de la miel producida en la región altiplano del estado de Puebla. Otoño 2016.



**Figura 2.** Valores de los índices de equidad ( $J'$ ) en la miel producida en la región altiplano de estado de Puebla. Otoño 2016.

las otras muestras, podría existir menor abundancia de dicha familia en el municipio de procedencia.

De acuerdo con la clasificación de Müller (1996) citado por Quiroz y Palacios (1999), las abejas muestran un hábito de pecoreo poliléctico con fuerte preferencia por Asteraceae. Sin embargo, las otras ocho muestras no mostraron esta característica, determinando un hábito de pecoreo poliléctico. Dicho comportamiento fue igual en el estado de México (Piedras y Quiroz, 2007), el norte de Puebla (Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández, 2007), Oaxaca (Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011) y Tabasco (Castellanos-Potenciano *et al.*, 2012); lo que demuestra que las abejas pueden visitar un gran número de especies; sin embargo, pocas son las de real importancia, indicando que la relación entre abejas y flores es conductual y fisiológica (Piedras y Quiroz, 2007), como lo apuntan Ramalho *et al.* (1985), al indicar que la utilización de un número determinado de especies depende del tamaño de la colonia, la diversidad y distribución de los recursos locales y la abundancia de recursos atractivos. El estrato herbáceo, las especies *Brassica* spp., *Lopezia* spp. (Asteraceae), en ocasiones son consideradas malezas y crecen de forma natural a las orillas de los caminos, de las zonas boscosas (Ramalho *et al.*, 1985), o en zonas cuya vegetación original ha sido perturbada (Piedras y Quiroz, 2007). Estas plantas nativas son importantes para las abejas, sobre todo cuando no se encuentran especies cultivadas que les sean atractivas (Girón, 1995), lo cual se hace patente al observar que la mayor parte de la superficie de los municipios muestreados se dedica a la agricultura (Aljojuca 69%, Amozoc 55%, Atlixco 69%, Huejotzingo 65%, Nopalucan 85%, San Salvador el Seco 65%, San Nicolás Buenos Aires 72%). No obstante, el espectro polínico depende en parte de la riqueza floral de la región donde se halla la colmena (Piedras y Quiroz, 2007). En Yucatán, México, Alfaro *et al.* (2010), encontraron que el estrato arbóreo y herbáceo fueron aprovechados casi en la misma proporción. Castellanos-Potenciano *et al.* (2012) en el estado de Tabasco, registraron que el estrato arbóreo fue el más utilizado (55.2%) seguido del herbáceo (27.6%) y por último el arbustivo (17.2).

## CONCLUSIONES

Las muestras analizadas provenientes de los municipios de Aljojuca, Amozoc, Atlixco, Huejotzingo, Nopalucan y San Nicolás Buenos Aires, de Puebla, se catalogaron como monoflorales para el tipo polínico Asteraceae; únicamente la muestra procedente de San Salvador el

Seco, se clasificó como multifloral con predominancia de Asteraceae. La abeja mostró un comportamiento de pecoreo poliléctico, con bajos índices de diversidad y un comportamiento tendiente a ser heterogéneo como lo demuestran sus bajos índices de equidad, confirmando el hábito generalista de la abeja, con la característica de aprovechar de forma intensiva un número reducido de especies vegetales. El estrato utilizado como recurso nectífero es el herbáceo y las plantas de importancia en las muestras analizadas, fueron un tipo polínico desconocido y las especies *Brassica* spp., *Lopezia* spp., y la familia Asteraceae; las cuales suelen ser consideradas como malezas, por lo cual, es necesario realizar esfuerzos para su conservación, tal como sucede con otras especies en el mundo, pues contribuyen en gran medida a la sostenibilidad de la producción apícola.

## LITERATURA CITADA

- Acosta-Castellanos S., Quiroz-García L., Arreguín-Sánchez M. L., Fernández-Nava R. 2011. Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. *Polibotánica* 32: 179-191.
- Alfaro B. R. G., González A. J. A., Ortiz D. J. J., Viera C. F. A., Burgos P. A. I., Martínez H. E., Ramírez A. E. 2010. Caracterización palinológica de las mieles de la península de Yucatán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Editorial Universidad Autónoma de Yucatán, México. 137 p.
- Andrada A., Valle A., Aramayo E., Lamberto S., Cantamutto M. 1998. Análisis polínico de las mieles de las sierras australes de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales* 13: 265-276.
- Basualdo M., Pereda A., Bedascarrasbure E. 2006. Caracterización botánica y geográfica de mieles de la cuenca del salado, provincia de Buenos Aires, Argentina. *RIA* 35: 5-14.
- Castellanos-Potenciano B. P., Ramírez-Arriaga E., Zaldívar-Cruz J. M. 2012. Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28: 13-36.
- Ciappini M. C., Gattuso S. J., Gatti M. B., Di Vito M. V., Gómez G. 2009. Mieles de la provincia de Santa Fe (Argentina). Determinación palinológica, sensorial y fisicoquímica, según provincias fitogeográficas. Primera parte. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano Argentina. *Invenio* 12: 109-120.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 440 p.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method: a revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Girón V. M. 1995. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Bol. Mus. Ent. Univ. Valle* 3: 35-54.
- Louveaux J., Maurizio A., Vorwohl G. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59: 139-157.
- Piedras G. B., Quiroz G. D. L. 2007. Estudio melisopalínológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México. *Polibotánica* 23: 57-75.

- Pielou E. C. 1984. The interpretation of ecological data. John Wiley and Sons, Inc. New York. 262 p.
- Quiroz-García D. L., Arreguín-Sánchez M. 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.
- Quiroz G. D. L., Palacios C. R. 1999. Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Centris inermis* Friese (Hymenoptera: Apidae) en Chamela, Jalisco, México. *Polibotánica* 10: 59-72.
- Ramalho V. L. M., Imperatriz-Fonseca., Kleinert-Giovannini A., Cortopassi-Laurino M. 1985. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). *Apidologie* 16: 307-330.
- Ramírez-Arriaga E., Martínez-Hernández E. 2007. Melissopalynological characterization of *Scaptotrigona Mexicana* Gúerin (Apidae: Meliponini) and *Apis mellifera* L. (Apidae: Apini) honey samples in northern Puebla state, Mexico. *Journal of Kansas Entomological Society* 80: 377-391.
- Ramírez-Arriaga E., Navarro-Calvo L. A., Díaz-Carbajal E. 2011. Botanical characterization of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana* 50: 40-54.
- Sajwani A., Farooq S. A., Patzelt A., Eltayeb E. A., Bryant V. M. 2007. Melissopalynological studies from Oman. *Palynology* 3: 63-79.
- Shannon C. E., Weaver W. 1949. The mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press. 117 p.
- Stawiarz E., Wróblewska A. 2010. Melissopalynological analysis of multifloral honeys from the Sandomierska upland area of Polonia. *Journal of Apicultural Science* 54: 65-75.
- Valle A., Aramayo E., Andrada A., Gill M., Lamberto S. 2000. Análisis polínico de las mieles de tres partidos con litoral marítimo del sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *IDESIA* 18: 33-40.
- Von Der Ohe W., Persano O. L., Piana M. L., Morlot M., Martin P. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie* 35: 18-25.
- Weirich G. F., Collins A. M., Williams V. P. 2002. Antioxidant enzymes in the honey bee. *Apis mellifera* L. *Apidologie* 33: 3-14.
- Zandamela M. E. M. 2008. Caracterización físico-química y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 57 p.

