

Caracterización físico-química de mieles de *Apis mellifera* de tres paisajes forestales de Chiapas

Physico-chemical characterization of honeys of Apis mellifera in three forest landscapes of Chiapas

JULIETA GRAJALES-CONESA¹, JOSÉ MIGUEL VELÁZQUEZ-AGUILAR²,
MANUEL RINCÓN-RABANALES¹ Y DANIEL SÁNCHEZ-GUILLÉN^{3*}

¹Centro de Biotecnología. Universidad Autónoma de Chiapas.

Carretera a Puerto Madero Km 2.0. Tapachula, Chiapas. México. Tel y Fax (962) 6427972

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas, Campus IV, Huehuetán, Chiapas, México.

³El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. Carr. Antiguo Aeropuerto Km 2.5, Tapachula, Chiapas; México

*Autor de correspondencia: dsanchez@ecosur.mx

RECIBIDO EL 30 DE JULIO DE 2013 / ACEPTADO EL 21 DE AGOSTO DE 2013

RESUMEN

Se realizó la caracterización físico-química de mieles de *Apis mellifera* provenientes de tres diferentes paisajes forestales de los municipios de Tuzantán, Motozintla y Siltepec, Chiapas, con el objetivo de identificar si existían diferencias relacionadas a su procedencia y de conocer si se encontraban dentro de los estándares internacionales de calidad. En cada una de las zonas de estudio se colectaron 10 muestras de mieles de enero a marzo del 2013, a las cuales se les determinaron contenido de humedad, acidez, conductividad eléctrica y color. Los resultados mostraron que la mayoría de las mieles se apegaron a los parámetros del *Codex Alimentarius*, a excepción de las mieles de Tuzantán las cuales registraron 20.27% de contenido de humedad, ligeramente mayor al 20% requerido. Asimismo, se observaron diferencias significativas en el contenido de humedad, conductividad eléctrica y color en las mieles de los tres diferentes paisajes forestales, indicando que las características de los paisajes (humedad, vegetación, temperatura y altitud) influyen en las características físico-químicas de las mieles.

Palabras clave: *Apis mellifera*, mieles, caracterización, físico-química, paisajes forestales.

ABSTRACT

Physico-chemical analysis on *Apis mellifera* honeys from three different forestry areas of Chiapas (Tuzantan, Motozintla and Siltepec) were carried out in order to identify differences related to origin and also to identify if honey samples met the international food quality standards. In all of the study sites, 10 samples of honey were collected from January to March 2013; then, at the laboratory, the parameters analyzed were water content, acidity, electrical conductivity and color. Our results showed that most honey samples were found to meet the *Codex Alimentarius* parameters, except for the water content in honeys from Tuzantan, which reported 20.27 percent, slightly higher than the 20 percent accepted. On the other hand, significant differences were observed in the parameters of water content, electrical conductivity and color within the three different forestry areas; this indicates that the characteristics of forestry areas (relative humidity, floral sources, temperature, altitude) have an influence on the physico-chemical characteristics of the honeys.

Keywords: *Apis mellifera*, honeys, characterization, physico-chemical, forestry areas

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el *Codex Alimentarius* (2002), la miel es la sustancia dulce que las abejas (*Apis mellifera* L.) producen por medio de la transformación del néctar de las plantas. Está compuesta principalmente de agua y azúcares (fructosa y glucosa, con cantidades pequeñas de proteínas y aminoácidos, entre otros). A nivel mundial, la miel es uno de los productos alimenticios más valorados por sus características edulcorantes, por ser una fuente rápida de energía, así como por su actividad antibacteriana y antioxidante (Aljadi & Kamaruddin, 2004; Consonni & Cagliani, 2008; Cooper, Molan, & Harding, 2002). México se sitúa en el quinto lugar como productor de miel, además de ser el tercer país exportador con una producción anual de 57,000 toneladas, de las

cuales el estado de Chiapas aportó 4,708 toneladas, en 2011 (INEGI); no obstante, existen pocos trabajos enfocados a la caracterización físico-química de mieles en el estado de Chiapas (Grajales-Conesa, 2001; Santiesteban-Hernández, 1990; Zavala-Olalde et al., 2013). Por otra parte, existe una gran variedad de mieles en los distintos mercados locales, nacionales e internacionales, ya que pueden encontrarse mieles multi o poliflorales (presentan grandes diferencias en las características físicas, químicas y organolépticas ya que provienen de diversas fuentes florales); y mieles monoflorales, las cuales están constituidas de una sola fuente floral, con características físicas, químicas y organolépticas específicas, por ejemplo mieles de cítricos, eucalipto, lavanda, etc. (Felsner et al., 2004; Persano-Oddo & Piro, 2004; Terrab, Díez & Heredia, 2003). Lo ante-

rior denota que ninguna miel es igual a otra, ya que su composición varía no solamente por las fuentes florales, sino también por el clima, las condiciones ambientales y el manejo post-cosecha (Baroni, Arrua & Nores, 2009; Viuda-Martos, Ruiz-Navajas, Fernández-Lopez & Pérez-Álvarez, 2008). El estudio físico-químico de las mieles provenientes de distintos sitios forestales permite establecer límites geográficos para proteger las zonas de producción que registran mieles con altos estándares de calidad, por lo que deben llevarse a cabo análisis de calidad con base en el *Codex Alimentarius* (2002), siendo el contenido de humedad, acidez, conductividad eléctrica y color los parámetros que indican el nivel de calidad de las mieles. No obstante, en la región contrastante de la Sierra Madre de Chiapas existe poca información sobre la situación actual de las mieles, siendo una zona relevante por su producción de mieles, fisiografía, variedad de ambientes y climas, por lo cual el objetivo del presente trabajo fue la caracterización físico-química de mieles provenientes de tres diferentes paisajes forestales de los municipios de Tuzantán, Motozintla y Siltepec, Chiapas, para determinar si existen variaciones respecto a su procedencia, además de observar si se encontraban dentro de los estándares internacionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de mieles

Las muestras de mieles se colectaron en tres sitios del estado de Chiapas, con distintos paisajes forestales; Tuzantán, Motozintla y Siltepec, en los meses de enero a marzo del año 2013, respectivamente (10 muestras por sitio).

Tuzantán se localiza en los límites de la Sierra Madre y la Llanura Costera del Pacífico, sus coordenadas geográficas son 15° 04' latitud norte y 92° 25' longitud oeste, y su altitud es de 60 msnm. El clima varía con la altitud: cálido en las partes bajas y semicálido húmedo por arriba de los 1,000 metros de altitud (INAFED, 2011).

Motozintla se localiza en la Sierra Madre de Chiapas, la cual explica su relieve montañoso, sus coordenadas geográficas son 15° 22' latitud norte y 92° 15' longitud oeste, y su altitud es de

1,260 msnm. Los climas son cálidos subhúmedos, cálidos húmedos y templados húmedos, registrándose en la cabecera municipal una temperatura media de 22 °C y una precipitación pluvial de 3,000 milímetros anuales (INAFED, 2011).

Siltepec se localiza en la Sierra Madre de Chiapas, por lo que su relieve está conformado por zonas accidentadas. Sus coordenadas geográficas son 15° 33' latitud norte y 92° 20' longitud oeste. Su clima es semicálido húmedo, con lluvias abundantes en verano (INAFED, 2011).

Parámetros físico-químicos

Los análisis físico-químicos incluyeron contenido de humedad, acidez, conductividad eléctrica y color. Los parámetros físico-químicos se realizaron según el Manual de Métodos de la A.O.A.C. (2000), de la siguiente manera: a) el contenido de humedad se obtuvo empleando el método refractométrico 969.38; b) la acidez se tomó por titulación con NaOH al 0.05N; c) la conductividad eléctrica se registró empleando un medidor de conductividad modelo CL 8 CONDUCTRONIC, y d) el color se determinó con un colorímetro denominado Honey Color Analyser Hanna C221, usando la escala Pfund.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico de varianzas con los valores de las variables cuantitativas de humedad (Hu), conductividad eléctrica (CE), color (Cl) y acidez (Ac); además, se realizaron pruebas de Tukey para conocer las diferencias entre sitios con un nivel de significancia del 95% de confiabilidad, empleando el programa estadístico SAS 9.3, versión 6.2.9200 para Windows. Así mismo, se realizó un análisis de funciones discriminantes para predecir entre sitios, y determinar la probabilidad de que las mieles pueden ser correctamente asignadas a su grupo origen. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico STATGRAPHICS Centurion XVI, versión 16.2.02

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de humedad

En las mieles de Motozintla, Siltepec y Tuzantán se registraron 17.84, 15.28 y 20.27% de conteni-

do de humedad, respectivamente. Las mieles de Motozintla y Siltepec no excedieron el 20% de humedad especificado por el *Codex Alimentarius* (2002); no obstante, las mieles de Tuzantán se encontraron ligeramente arriba de este estándar de calidad. Los resultados obtenidos para el contenido de humedad de las mieles de los tres sitios de estudio mostraron diferencias significativas con relación a este parámetro ($gl=2$; $F=198.09$, $p < 0.001$) (Figura 1a).

Estudios realizados en mieles comerciales de diferentes sitios como Tabasco y Chiapas (México), Portugal, Nigeria e Italia registraron variaciones respecto al contenido de humedad (Conti, Stripeikis, Campanella, Cucina & M., 2007; Gomes, Dias, Moreira, Rodrigues & Estevinho, 2010; Grajales-Conesa, 2001; Omafuvbe & Akanbi, 2009; Santiesteban-Hernández, 1990) observándose en las mieles de Tabasco e Italia, al igual que en las de Tuzantán, de nuestro estudio, un ligero incremento en relación con el permitido por los estándares de calidad ($<20\%$, permitido por el *Codex Alimentarius*).

Estas variaciones pueden deberse a las condiciones climáticas del sitio de colecta (en Tabasco se registra gran cantidad de lluvias), la estación, el contenido de humedad del néctar de la fuente floral, el grado de madurez de la miel, la composición de la flora de origen y la manipulación de los apicultores durante la cosecha (Acquarone, Buera & Elizalde, 2007; Baroni et al., 2009; Viuda-Martos et al., 2008). No obstante, la calidad de la miel de nuestros sitios de estudio es buena, ya que mieles con alto contenido de humedad tienden a fermentar, por lo cual es uno de los parámetros de calidad más importantes, pues un incremento mayor al permitido por el *Codex Alimentarius* afectaría el tiempo de vida de anaquel de las mieles.

Acidez

La tasa de acidez libre para las mieles de los tres sitios estuvo dentro de un rango amplio de 15 a 19 meq/Kg, dentro del límite establecido por el *Codex Alimentarius* (50 meq/Kg) (2002), donde el máximo permitido es de 50 meq/Kg. Los resultados obtenidos para este parámetro no mostraron diferencias significativas entre los sitios de estudio ($gl=2$; $F= 3.02$, $p>0.065$) (Figura 1b).

Nuestros resultados concuerdan con estudios realizados previamente en la región Soconusco, los cuales estuvieron dentro del *Codex Alimentarius* (2002) (Grajales-Conesa, 2001; Santiesteban-Hernández, 1990). Por otra parte, estudios realizados con mieles comerciales de Portugal y Nigeria mostraron que ninguna de las mieles excedió el límite permitido por el *Codex Alimentarius* (2002), encontrándose las mieles de Nigeria dentro del rango de 24-31 meq/Kg (Gomes et al., 2010; Omafuvbe & Akanbi, 2009).

Los valores de acidez de las mieles dentro de la normativa indican que se encuentran en buenas condiciones y que no son susceptibles de fermentación, indicando que alcanzaron la operculación o madurez adecuada para su extracción. En contraste, valores de acidez de mieles de un origen extrafloral pueden alterar la calidad y reflejar valores altos (Sanz & Sanz, 1994). Finalmente, además de ser un indicativo de fermentación de los azúcares en ácidos orgánicos, la acidez en la miel contribuye a su estabilidad contra los microorganismos y a los cambios de sabor.

Conductividad eléctrica

Las mieles de Tuzantán registraron valores altos de conductividad eléctrica en relación con las mieles de Siltepec y Motozintla, siendo esta última la de valores más bajos, con un promedio de 360 microS/cm. El ANOVA de los resultados de la conductividad eléctrica de las mieles mostró diferencias altamente significativas ($gl=2$; $F=290.79$, $p < 0.001$) para los tres sitios de estudio, la cual varió de 360 siemens a 550 siemens (Figura 1c).

Análisis realizados en mieles de Portugal y Nigeria no registraron valores superiores a los 800 micro S/cm, lo cual fue similar a las mieles de nuestro estudio. Las mieles de Portugal presentaron valores de conductividad eléctrica entre 190 y 530 S/cm, en tanto que las mieles de Nigeria variaron entre 167.3 y 631 micro S/cm (Gomes et al., 2010; Omafuvbe & Akanbi, 2009); estos resultados y los nuestros muestran que todas las mieles son de origen nectarífero. La conductividad eléctrica es un parámetro que mide todas las sustancias ionizables e inorgánicas presentes en las mieles,

además de que se ha reportado que guarda relación con el origen botánico de las mieles, por lo cual se emplea bastante como control de rutina en lugar de analizar el contenido de cenizas (Malika, Mohamed & Chakib, 2005).

Color

Los resultados variaron de 39.75 a 97.25 mm PFUND, con valores promedio de 80.5, 55.75 y 41 mm PFUND para Tuzantán, Motozintla y Siltepec, respectivamente. Es decir, las mieles de Tuzantán mostraron un color ámbar, las de Motozintla ámbar claro y las de Siltepec un color ámbar extra claro. Los resultados obtenidos respecto al color de las mieles de *A. mellifera* presentaron diferencias significativas ($g=1$; $F=290.8$, $p < 0.001$) en las distintas zonas de estudio (Figura 1d).

El color de las mieles depende de varios factores, siendo el contenido mineral el más

importante. Las mieles ligeramente más claras presentan bajos contenidos de cenizas, en tanto que las mieles más oscuras su contenido es más altos; esto último se observó en mieles comerciales de Portugal (Al, Moise, Bobis, Laslo & Bogdanov, 2009; Gomes et al., 2010).

En nuestro estudio no se determinó el contenido de cenizas, no obstante se analizó la conductividad eléctrica de las mieles; parámetro que, de acuerdo con Malika et al. (2005), guarda relación con el contenido de cenizas, por lo que al estudiar la relación entre la conductividad eléctrica y el color de las mieles se observa que las mieles que presentaron altos valores de conductividad eléctrica, como las de Tuzantán, registraron color ámbar (80.5 mm PFUND), seguido por las mieles de Siltepec y Motozintla, las cuales fueron de color ámbar claro a ámbar extra claro.

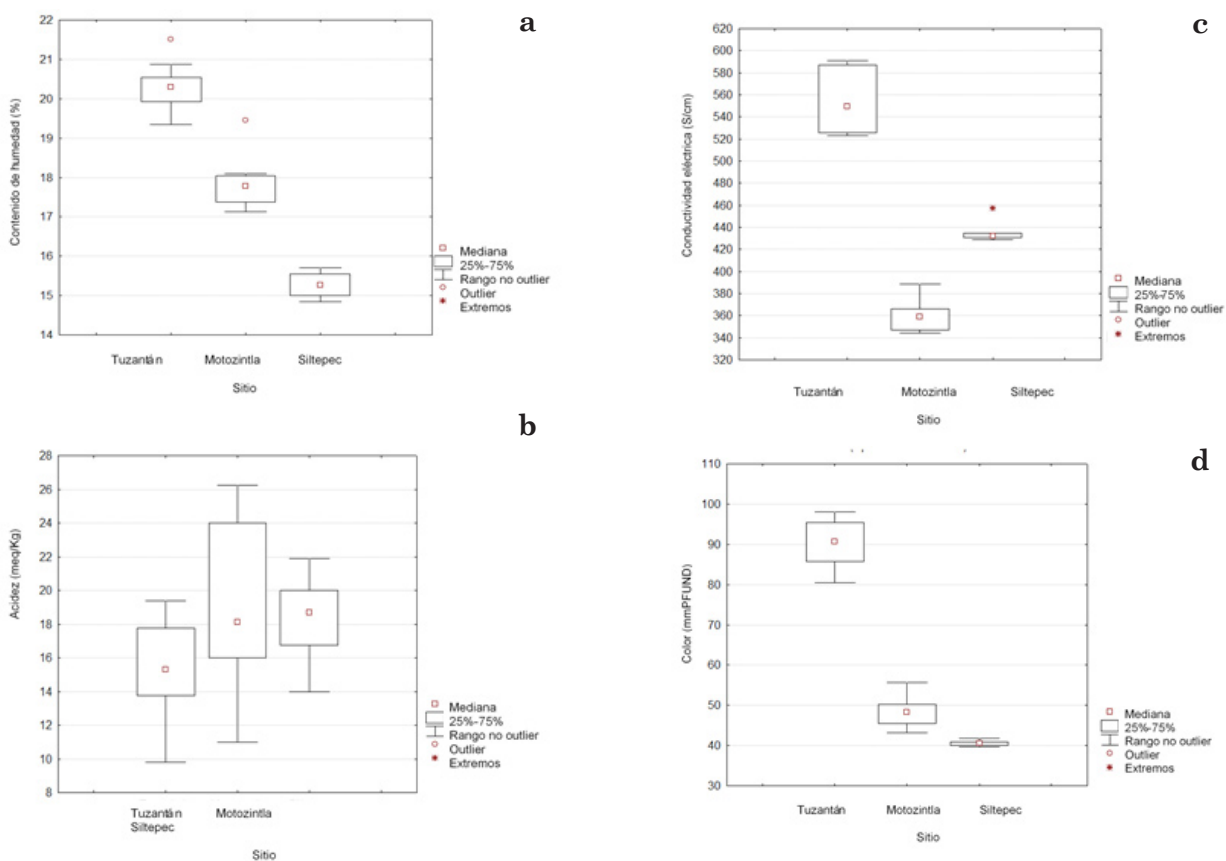


Figura 1. Valores de (a) contenido de humedad, (b) acidez, (c) conductividad eléctrica y (d) color, registrados en las mieles de Tuzantán, Motozintla y Siltepec, respectivamente.

Análisis discriminante

El análisis discriminante de las propiedades físico-químicas de las mieles de *A. mellifera*, basado en las variables Hu, Ac, CE y Cl de los tres sitios, indicó diferencias entre los sitios geográficos estudiados (Figura 2). El primer valor propio (91.03%) fue considerablemente alto comparado con el segundo valor propio (8.97%), indicando que el primer valor explicó más del 90% de la variación entre los sitios por las variables físico-químicas (Figura 2). En general, las dos funciones discriminantes cuantificaron el 100% de la dispersión de los sitios en este estudio. La diferencia entre los sitios geográficos de Tuzantán, Motozintla y Siltepec fue estadísticamente robusta, el éxito de clasificación del análisis discriminante (Cuadro 1) fue confirmado por la separación entre los sitios, y la prueba F asociada con Wilk's lambda fue altamente significativa (Wilk's lambda = 0.001; F= 5.390; g.l= 8 y 3; p<0.001). El 100% del total de las muestras en este estudio (n= 30) fueron correctamente clasificados entre los sitios geográficos (Cuadro 1); resultado de la alta afinidad en las características físico-químicas encontradas entre las mieles de las diferentes procedencias de acuerdo con los sitios geográficos. Así mismo, la prueba de distancia de Mahalanobis (D2), como distancias entre los centroides de los grupos formados, mostró que los centroides entre los grupos de la sierra (Motozintla y Siltepec) es más cer-

Cuadro 1. Matriz de correcta clasificación entre sitios de diferente procedencia geográfica

Sitio actual	Tamaño (n) de grupo	Sitios predichos		
		Motozintla	Siltepec	Tuzantán
Motozintla	10	10 (100.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
Siltepec	10	0 (0.00%)	10 (100.00%)	0 (0.00%)
Tapachula	10	0 (0.00%)	0 (0.00%)	10 (100.00%)

cano pero fueron estadísticamente diferentes, mientras que el sitio de Tuzantán es menos afín a los de la sierra (Figura 2 p<0.05).

CONCLUSIONES

Las variaciones que se observan en las mieles de nuestro estudio (distinto sitio de origen), muestran que la composición de la miel está estrechamente relacionada con el área geográfica de su extracción, siendo las características del clima y del suelo las que determinan la flora melífera de la zona, de las cuales dependen las características organolépticas (color, aroma, sabor), fisicoquímicas, nutricionales y terapéuticas de las mieles, por lo cual el estudio del origen geográfico y botánico de las mieles es un esfuerzo que debe llevarse a cabo en el estado de Chiapas para darle el valor agregado a las mieles, así como el reconocimiento en los distintos mercados nacionales por su calidad.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto n° 128702 (Evolución de la cleptobiosis en *Lestrimelitta (Apidae Meliponini)* financiado por SEP-CONACYT y al proyecto n° 163413 ("Validación y desarrollo de tecnología para el manejo integral de mosca de la fruta en mango con enfoque en áreas grandes") financiado por CONACYT-SAGARPA.

REFERENCIAS

- A.O.A.C. (2000). Official methods of analysis of AOAC International. W. Horwitz (320 edition ed.).
- Acquarone, C.; Buera, P. & Elizalde, B. (2007). Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry*, 101, 695-703.

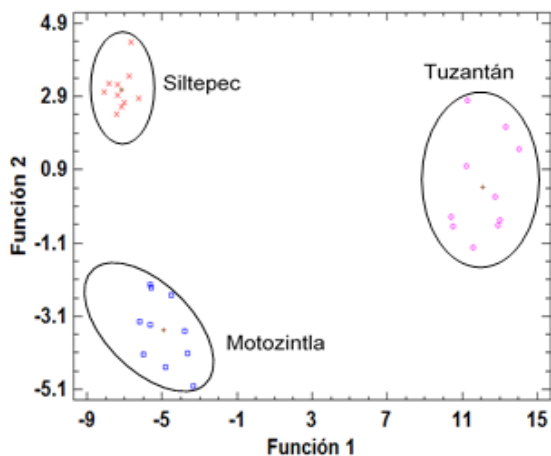


Figura 2. Grupos formados en función de variables físico-químicas de mieles de *Apis mellifera* procedentes de tres sitios geográficos en la región del Soconusco y Sierra Madre en el estado de Chiapas.

- Al, M.; Moise, D.; Bobis, O.; Laslo, L. & Bogdanov, S. (2009). Physico-chemical and bioactive properties of different origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, 112, 863-867.
- Aljadi, A. & Kamaruddin, M. (2004). Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry*, 85, 513-518.
- Baroni, M.; Arrua, C. & Nores, M. (2009). Composition of honey from Córdoba (Argentina): Assessment of North / South provenance by chemometrics. *Food Chemistry*, 224, 727-733.
- Codex Alimentarius Commission. *Codex standard 12* (2002).
- Consonni, R. & Cagliani, L. (2008). Geographical Characterization of Polyfloral and Acacia Honeys by Nuclear Magnetic Resonance and Chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 6873-6880.
- Conti, M.; Stripeikis, J.; Campanella, L.; Cucina, D. & M. Tudiño. (2007). Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chemistry Central Journal*, 1, 14.
- Cooper, R.; Molan, P. & Harding, K. (2002). The sensitivity to honey of Gram-positive cocci of clinical significance isolated from wounds. *Journal of Applied Microbiology*, 93, 857-863.
- Felsner, M.; Cano, C.; Bruns, R.; Watanabe, H.; Almeida-Muradian, L. & Matos, J. (2004). Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 737-747.
- Gomes, S.; Dias, L.; Moreira, L.; Rodrigues, P. & Estevinho, L. (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 544-548.
- Grajales-Conesa, J. (2001). Características físicas, químicas y antibacterianas de mieles de meliponinos y *Apis mellifera* de la región Soconusco, Chiapas; México. Universidad Autónoma de Chiapas.
- INAFED. (2011). INAFED. http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/inafed_Catalogo_de_Programas_Federales_2011
- INEGI. (2011). INEGI.
- Malika, N.; Mohamed, F. & Chakib, E. (2005). Microbiological and physico-chemical properties of Moroccan honey. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7, 773-776.
- Omavufve, B. & Akanbi, O. (2009). Microbiological and physico-chemical properties of some commercial Nigerian honey. *African Journal of Microbiology Research*, 3, 891-896.
- Persano-Oddo, L. & Piro, R. (2004). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35, 38-81.
- Santiesteban-Hernández, A. (1990). Características físicas y químicas de las mieles de cinco especies de abejas sociales *Apis mellifera*, *Melipona beecheei*, *Scaptotrigona pachysoma*, *Tetragona jaty* y *Plebeia sp.* colectadas en el municipio de Unión Juárez, Chiapas, México. Universidad Autónoma de Chiapas.
- Sanz, S. & Sanz, M. (1994). Humedad, cenizas y conductividad eléctrica de mieles de La Rioja. *Zubia*, 12, 143-158.
- Terrab, A.; Díez, M. & Heredia, F. (2003). Palynological, physico-chemical and color characterization of Moroccan honeys: I. River red gum (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) honey. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 379-386.
- Viuda-Martos, M.; Ruiz-Navajas, Y.; Fernández-López, J. & Pérez-Álvarez, J.A. (2008). Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *Journal of Food Science*, 73, 117-124.
- Zavala-Olalde, A.; Colomo-González, I.; Matalí-Pérez, N.; Piana, L.; Olivier, B.; Méndez-Villarreal, A. & Vandame, R. (2013). Characterization of four honeys from highly diverse tropical ecosystems. *Journal of Apicultural Research*, 52, 24-34.