

CONTENIDO DE CENIZAS Y MINERALES EN MIELES DE ABEJAS POLIFLORALES CUBANAS

Laydel F. Espinosa-Martínez¹, Manuel de Jesús Álvarez-Gil², Daylen Guanche-Gallardo³*

*¹Laboratorio S.I.S CUBACONTROL S. A. Calle 19 A No. 21416,
Playa, La Habana, Cuba. E-mail: laydel2022@gmail.com*

*²Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL), Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, Universidad de La Habana.
Calle M No. 255, Vedado, La Habana, Cuba.*

³Centro de Investigaciones Apícolas (CIAPI), Carretera del Cano a El Chico, km/0, La Lisa, La Habana, Cuba.

Recibido: 13-06-2022 / Revisado: 14-07-2022 / Aceptado: 20-09-2022 / Publicado: 25-09-2022

RESUMEN

Se determinaron los contenidos de cenizas, potasio, sodio, cobre, hierro, zinc, plomo y cadmio en mieles de abejas poliflorales cubanas, influencia de la época de floración y del año de producción en estos indicadores. Se analizaron todos los lotes del producto beneficiados en las dos UEBs del país, Santi Spíritus y Contramaestre, entre 2015 y 2017. Las cenizas se cuantificaron mediante método gravimétrico y los minerales con la aplicación de la Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama. Los resultados obtenidos se comportaron según los reportados para el producto, no se obtuvo una tendencia definida sobre la influencia de la época de floración y el año de producción. Potasio y sodio fueron los elementos mayoritarios; ambos factores solo implicaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el contenido de potasio. Los contenidos de plomo y cadmio siempre fueron muy inferiores a los establecidos para alimentos en Cuba.

Palabras clave: miel, contenido cenizas, contenido minerales

ABSTRACT

Mineral and ash content of cuban polyfloral bee honey cuban

The contents of ash and potassium, sodium, copper, iron, zinc, lead and cadmium of cuban polyfloral bee honey were analyzed and also the influence of flowering season and production year on researched indicators. All lots of the product processed in the two UEBs in the country, Santi Spíritus and Contramaestre, between 2015 and 2017 were studied. Ashes and minerals studied were quantified by gravimetry and Atomic Absorption Spectrophotometry with flame, respectively. The contents of ashes and of different minerals behaved according to those reported for the product and there was not definite trend by influence of flowering season year production. Potassium and sodium were the main elements. Potassium showed significant differences ($p < 0.05$), due to researched variables. Lead and cadmium contents were always much lower than those established allowed for food in Cuba.

Keywords: honey, ash content, mineral content.

INTRODUCCIÓN

La miel de abejas se define como una sustancia de origen natural y sabor dulce producida por colonias de abejas obreras (*Apis mellifera*) a partir del néctar de las flores, de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones depositadas en estas por insectos succionadores, materiales recogidos por las abejas y posteriormente transformados y combinados con sustancias específicas propias para su maduración y añejamiento (1-4).

La composición de la miel depende de diferentes factores como son tipo de suelo, clima, manejo apícola y composición del néctar floral (5,6).

El contenido de cenizas de la miel de abeja está constituido por un grupo importante de minerales en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, nitratos, cloruros, etc.; su composición depende del origen botánico de la miel, las características del suelo y su aporte al polen floral sobre las que actúan las abejas. Los minerales más comunes en las mieles son potasio, sodio, hierro, cobre, zinc, calcio, magnesio, manganeso, fósforo, azufre y silicio, y entre los menos comunes están cromo, litio, níquel y zinc, entre otros (6-9). La presencia de unos u otros minerales se ha relacionado con el contenido de polen y los sólidos insolubles de la miel, puede variar notablemente según las condiciones edáfico-climáticas y las técnicas de extracción utilizadas, es considerada un parámetro diferenciador en cuanto a orígenes botánicos y geográficos (6, 9, 10). Las normas cubanas y de organizaciones internacionales relacionadas con las mieles poliflorales (1-4, 11), no tienen establecidas sus contenidos de cenizas y de diferentes minerales.

El objetivo del trabajo fue determinar los contenidos de cenizas y de los minerales potasio, sodio, cobre, hierro, zinc, plomo y cadmio en mieles de abejas poliflorales cubanas producidas entre 2015 y 2017 y la influencia de la época de floración y el año de producción en estos indicadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La población estudiada incluyó todos los lotes de miel de abejas poliflorales producidos en Cuba durante el período

2015-2017, distribuidos en tres trimestres enero-abril; mayo-julio; septiembre-diciembre, considerados las épocas de floración, y beneficiados en las dos UEBs del país en el período comprendido, Santi Spíritus (SS) y Contramaestre (CM) con tecnologías convencional y ecológica, respectivamente. Todos los lotes cumplieron los indicadores de calidad establecidos (1). El muestreo se realizó según la NC-ISO 2859-0:2000 (12), siguiendo lo establecido en la NRAG 18:2009 (13) y las NC 371:2019 y 193:2002 (1, 14). Las muestras se envasaron en frascos de vidrio o de la resina tereftalato de polietileno, nuevos, con cierre hermético y fácil vaciado, según las normas NC 452:2006 y NC 492:2006 (15, 16).

El contenido de cenizas y la cuantificación de los diferentes minerales se determinaron mediante método gravimétrico A.O.A.C. 920.181 (17) y Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama A.O.A.C. 999.11 (18), respectivamente. Se utilizó el programa estadístico Statgraphics Centurión XVII para realizar un análisis de varianza de clasificación simple y mediante el Test de Rangos Múltiples de Duncan se determinaron los valores medios significativamente diferentes de otros ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de cenizas

Las mieles procedentes de la UEB SS presentaron un contenido de cenizas entre 0,19-0,29 % y las de UEB CM entre 0,25-0,34 %, muy similares a los reportados por diferentes autores para mieles poliflorales (6, 7, 9, 18). Los valores obtenidos para las muestras de la UEB CM durante el período 2015-2017 y en todas las épocas analizadas fueron superiores a los reportados en la UEB SS (Tabla 1). La variación de la presencia de cenizas en las mieles ha sido atribuida a la región geográfica de las plantas de origen y a la composición mineral de los suelos de las zonas de procedencia, factores que provocan mayor o menor incremento en las sales minerales disueltas en el néctar floral (10, 16). Las diferencias de los resultados obtenidos entre las mieles de las dos UEBs pueden ser debidas a que la UEB SS beneficia mieles de las zonas occidente y centro del país, mientras que la UEB CM recibe las mieles recolectadas en la zona oriental.

Tabla 1. Contenido de cenizas (%)* de los lotes de miel estudiados

Año de producción	UEB	
	SS	CM
2015	0.20± 0.01 ^b	0.26± 0.01 ^b
2016	0.21± 0.01 ^b	0.29± 0.01 ^a
2017	0.27± 0.01 ^a	0.32± 0.01 ^a
Época de floración		
enero-abril	0.23± 0.01 ^a	0.27± 0.01 ^a
mayo-julio	0.23± 0.01 ^a	0.28± 0.01 ^a
septiembre-diciembre	0.24± 0.01 ^a	0.31± 0.01 ^a

* Media ± Límite de confianza

SS: UEB Santi Spíritus; CM: UEB Contra maestre

Letras diferentes indican que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) analizada para cada factor en cada UEB

n=3

Las medias del contenido de cenizas de las mieles producidas en la UEB SS en el año 2017 presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto a las de 2015 y 2016, según el Test de Duncan. En la UEB CM, las diferencias significativas ($p < 0,05$) fueron para el año 2015 con respecto al 2016 y 2017 (Tabla 1).

Contenidos de diferentes minerales

Las mieles beneficiadas en ambas UEBs presentaron un contenido de potasio entre 118,84-303,37; sodio 84,80-205,04; cobre 0,18-0,52; hierro 1,38-12,95 y zinc 5,52-39,25

mg/kg. En la UEB CM, durante el período 2015-2017 y siempre en la época septiembre-diciembre se obtuvieron mieles con mayores concentraciones de potasio, cobre y hierro con respecto a las de la UEB SS.

El contenido de potasio fue superior en las mieles de UEB CM y el más abundante de los minerales estudiados en todos los lotes del producto de ambas UEBs. La presencia de sodio y zinc fue superior en las mieles de la UEB SS con respecto a UEB CM durante la época de enero-abril en todos los años analizados (Tabla 2).

Tabla 2. Contenido de minerales (mg/kg)* de los lotes de miel estudiados

Año de producción	UEB									
	SS	CM	SS	CM	SS	CM	SS	CM	SS	CM
2015	0.23±	0.24±	1.92±	5.89±	213.13±	258.50±	185.76±	134.75±	35.15±	5.92±
	0.01 ^a	0.02 ^b	0.19 ^b	0.56 ^a	8.87 ^a	5.83 ^a	2.64 ^b	7.40 ^a	2.08 ^a	0.20 ^b
2016	0.19±	0.30±	1.98±	6.19±	175.67±	209.51±	188.16±	122.84±	20.95±	7.22±
	0.01 ^b	0.03 ^b	0.10 ^b	0.80 ^a	4.97 ^b	8.23 ^c	1.48 ^b	10.44 ^a	1.18 ^b	0.28 ^a
2017	0.22±	0.46±	3.54±	7.18±	146.08±	238.18±	194.36±	143.96±	10.56±	7.32±
	0.01 ^a	0.03 ^a	0.15 ^a	0.70 ^a	6.47 ^c	7.20 ^b	1.96 ^a	9.13 ^a	1.45 ^c	0.23 ^a
Época de floración										
enero-abril	0.21±	0.31±	2.48±	2.98±	132.40±	188.75±	201.31±	132.07±	20.95±	6.85±
	0.01 ^a	0.04 ^a	0.16 ^a	0.80 ^b	6.87 ^c	10.13 ^c	1.89 ^a	10.47 ^a	1.85 ^a	0.36 ^a
mayo-julio	0.21±	0.32±	2.59±	4.24±	173.62±	245.25±	181.21±	144.37±	18.75±	6.57±
	0.01 ^a	0.03 ^a	0.14 ^a	0.65 ^b	5.75 ^b	8.27 ^b	1.58 ^b	8.54 ^a	1.55 ^a	0.29 ^a
septiembre-diciembre	0.21±	0.33±	2.27±	11.81±	211.81±	288.90±	186.52±	127.78±	20.15±	6.66±
	0.01 ^a	0.03 ^a	0.20 ^a	0.56 ^a	8.30 ^a	7.17 ^a	2.28 ^b	7.40 ^a	2.24 ^a	0.25 ^a

* Media ± Límite de confianza

SS: UEB Santi Spíritus; CM: UEB Contramaestre

Letras diferentes indican que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) analizada para cada factor en cada UEB

n=3

El comportamiento de los contenidos de minerales puede estar asociado con los suelos y su aporte al polen floral. Estos elementos son disueltos en el néctar y posteriormente incorporados a la matriz de azúcares que conforman la miel. También pueden ser depositados en las flores por el contacto con el aire (5-8,20).

El análisis de varianza realizado demostró que el año de producción tiene un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el contenido de todos los minerales analizados en las mieles de la UEB SS, mientras que en las de la UEB CM solo afectó a los de cobre y zinc. La época de floración produjo diferencias ($p < 0,05$) en el contenido de sodio de las muestras procedentes de UEB SS y en el de hierro en las de la UEB CM.

Las mieles de la UEB SS presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el contenido de cobre en 2016. Los contenidos de hierro y sodio difirieron significativamente en las mieles producidas en 2017 y en el zinc entre todos los años analizados. Con respecto a la época de floración, la época enero-abril dio lugar a diferencias ($p < 0,05$) en el contenido sodio.

En cuanto a las muestras producidas en la UEB CM, las diferencias significativas ($p < 0,05$) se presentaron en el cobre durante el 2017 y para el del zinc durante el 2015. La presencia de hierro fue afectada significativamente ($p < 0,05$) por la época septiembre-diciembre.

El contenido de potasio de lotes producidos en ambas UEBs difirió significativamente ($p < 0,05$) en todos los años y épocas de floración (Tabla 2).

Todas las mieles analizadas presentaron contenidos de Pb < 0,02 y Cd < 0,05 mg/kg, resultados satisfactorios según lo establecido para la miel por la NC 493:2015 de contaminantes metálicos en alimentos (11), lo cual puede estar atribuido a la escasa contaminación de los suelos y el aire en las zonas de procedencia del néctar, al manejo adecuado de la miel durante el acopio y al uso de recipientes adecuados para su traslado y conservación, factores que inciden en la presencia de metales pesados en las mieles(7, 19, 21).

La Fig. 1 muestra los perfiles de sabor de pasta de cacao, conformados en función de las diferentes granulometrías estudiadas (75, 50 y 30 μm).

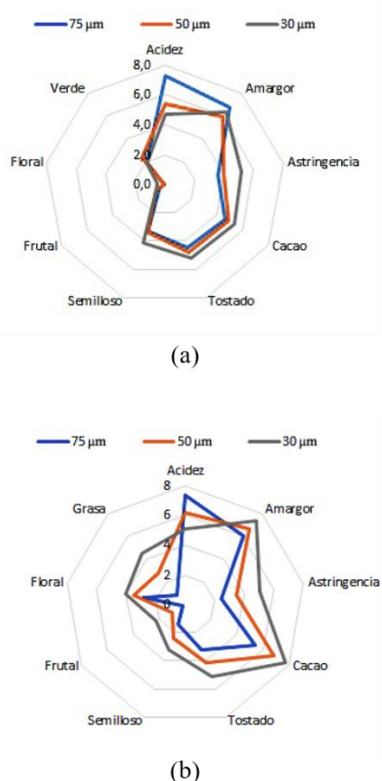


Fig. 1. Perfiles de sabor de pastas de cacao cultivados en la zona de Buey Arriba (a) y Arroyo Arenas (b).

La acidez es típica del licor de cacao. Se desarrolla durante las reacciones químicas que ocurren durante la fermentación de los granos con la presencia de ácido láctico y acético que debe disminuir en la etapa de secado y tostado, aunque siempre queda en el producto final con intensidades perceptibles (8). La Fig. 1 muestra que a medida que la granulometría disminuyó en la pasta de cacao, la percepción de la acidez fue menor. Para las muestras con 75 μm , las puntuaciones

alcanzaron las categorías de acidez entre moderada y marcada (6,4 a 8,4 pts.). Sin embargo, las muestras con 30 μm fueron evaluadas con una acidez inferior, entre ligera y moderada, que se corresponde con puntuaciones asignadas de 2 a 4 pts. Esto podría deberse al incremento de la temperatura que se produce por la fricción durante el proceso de refinación, que junto a la agitación en este tipo de refinador similar a la que ocurre durante el proceso de conchado, propicia la volatilización mayoritaria del ácido acético y por consiguiente, disminuye la percepción de este atributo.

El amargor lo aportan compuestos como polifenoles y alcaloides, específicamente la teobromina, cafeína y taninos de bajo peso molecular, son los principales responsables de este descriptor, pero también está influenciado por el genotipo del grano y de cómo se haya llevado a cabo la fermentación (3). En este estudio se observó que prácticamente no hubo diferencias en cuanto a la intensidad (moderada) del atributo amargor durante la disminución del tamaño de partículas, ya que el amargor es el atributo predominante en la pasta de cacao seguido por la astringencia (9).

La astringencia es una característica propia del cacao. Se registró en muestras que dejaban una sensación de contracción, tirantez y fruncimiento de la mucosa bucal aportada por los taninos. Aunque este atributo suele emplearse para describir propiedades de textura, también es usado para referir propiedades del sabor (10).

La astringencia en el cacao se relaciona principalmente con la falta de fermentación en los granos. Reportes de los atributos fermentado y astringente con intensidades altas son indicios de problemas de calidad de esta materia prima. (11). No obstante, en las muestras evaluadas se observó que a medida que disminuía el tamaño de las partículas, la astringencia se hacía más notable. Al parecer la explicación está relacionada con la dominancia de un atributo con respecto a otro cuando incrementa. La dominancia no necesariamente se refiere a la sensación más intensa sino a la sensación que más llama la atención al catador (12). En este sentido, la astringencia se hace más notoria cuando la acidez disminuye (9), por tanto, este estudio infiere que, debido a la volatilización del ácido acético durante el proceso de refinado, esto propicia una mayor percepción de la astringencia a medida que disminuye la granulometría en la pasta de cacao.

El gusto peculiar del cacao se desarrolla a partir de los precursores de sabor que se forman durante las etapas de fermentación, secado y tostado de los granos (11). En general, el sabor a cacao se vio favorecido a medida que la pasta se hizo más fina. Para la pasta de cacao proveniente de Buey Arriba este atributo tuvo menor connotación (ligero a moderado) con respecto a la intensidad percibida en las muestras con origen en Arroyo Arenas (moderado a marcado).

El sabor a tostado se desarrolla durante la torrefacción para la obtención del licor de cacao y está relacionada con el tiempo que dura este proceso. El tostado facilita la combinación de los precursores de sabor que se forman durante el beneficio del grano y origina otras notas sensoriales típicas de estos productos como frutal, floral y semilloso (8). Durante la disminución de tamaño de las partículas de cacao se observó un ligero incremento en cuanto a la percepción del descriptor tostado. Debido a que durante la refinación en el *melanger* se constató que la temperatura durante este proceso sobrepasaba los 50 °C, es probable que el valor de temperatura alcanzado durante el tiempo prolongado de trituración pueda contribuir al aumento del sabor a tostado, ya que continúan surgiendo compuestos resultantes de la reacción de Maillard, típica en la torrefacción de los granos. Aunque la reacción de Maillard es favorecida por las altas temperaturas, también ocurre cuando éstas son bajas (30 a 50 °C) (13).

El descriptor semilloso se identificó en aquellas muestras que presentaban un sabor a almendra, maní o nuez. Su percepción se registró con un leve aumento a medida que disminuyó la fineza de la pasta de cacao, aunque la intensidad no fue muy alta (muy ligero a ligero). Al parecer, este atributo guarda relación directa con el sabor a tostado, ya que a partir de las reacciones de Maillard se puede llegar a producir el piruvaldehído que junto a la valina, por ejemplo, generan productos finales que contribuyen al sabor y al aroma a nuez (14). Las pastas de cacao provenientes de Buey Arriba y Arroyo Arenas mostraron similar intensidad de este sabor.

El tostado puede desempeñar un papel en la producción de notas florales. Específicamente el compuesto aromático fenilacetaldéhído se forma durante el tostado y tiene un aroma floral (15). Asimismo, aunque las notas florales fueron apenas percibidas en la pasta de cacao procedente de Buey Arriba, las muestras procesadas de Arroyo Arenas exhibieron mayores notas florales (muy ligera a ligera) a medida que disminuyó la finura de la pasta de cacao.

Se conoce que las notas frutales han sido percibidas en licores de cacao cubanos (16). En general, este descriptor apenas fue registrado por los catadores en las muestras elaboradas con el cacao procedente de Buey Arriba, sin embargo, para las muestras procedentes de Arroyo Arenas se alcanzaron puntuaciones ligeramente más altas a medida que disminuyó el tamaño de las partículas.

La sensación grasa es una modalidad de sabor que responde a la presencia de lípidos en la boca debido a la identificación de receptores de ácidos grasos no esterificados en las células gustativas (17). En este estudio se observó que mientras disminuyó la granulometría en la pasta de cacao, hubo un aumento en la intensidad del gusto graso en la pasta de cacao procedente de Arroyo Arenas. Este comportamiento era de esperarse, ya que la pasta de cacao al hacerse las partículas

más pequeñas, la fase lipídica se encuentra más disponible para los receptores bucales y por consiguiente una mayor percepción de este atributo. Para el licor de cacao proveniente de Buey Arriba este descriptor no fue registrado. Esto pudiese ser debido a otros sabores extraños presentes como la nota verde percibida que pudiera estar incidiendo en su identificación.

El atributo verde se correspondió con aquellas muestras con sabor a grano crudo. Este defecto está relacionado con el proceso de manejo postcosecha en especial con el proceso de fermentación. El sabor a crudo o granos verdes generalmente se debe a una deficiente o incompleta fermentación. Es parecido al sabor de maní o nueces no tostadas. Los catadores percibieron una ligera nota verde en la pasta de cacao proveniente de Buey Arriba. Con seguridad esta nota influyó negativamente sobre la expresión del sabor del cacao y demás rasgos sensoriales. En las muestras procedentes de Arroyo Arenas no fue registrado este descriptor. Aunque este atributo demerita la calidad del licor de cacao, este puede ser utilizado para la elaboración de chocolates especiales con algunas notas de sabores adquiridos o en la mezcla para obtener nuevos sabores con otros licores de cacao (18).

CONCLUSIONES

Los contenidos de cenizas y de los diferentes minerales estudiados se comportaron según los reportados para mieles poliflorales. No existió una tendencia definida sobre la influencia de la época de floración y el año de producción en el contenido de cenizas y de los diferentes minerales analizados. El potasio y el sodio resultaron ser los minerales mayoritarios en las mieles examinadas de ambas UEBs. Solo el contenido de potasio presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), tanto por el año de producción como por la época de floración. Los contenidos de plomo y cadmio de todas las mieles estudiadas fueron muy inferiores a los valores máximos establecidos para alimentos en Cuba.

REFERENCIAS

1. NC 371. Miel De Abejas. Especificaciones. Cuba; 2019.
2. NC 781. Apicultura. Términos y definiciones. Cuba; 2010.
3. Directiva 110. Miel. Consejo de la Comunidad Europea; 2001.
4. Codex STAN 12. Norma general para la miel; 2001.
5. Adekanmbi OH, Walter OJ, Ikegbunam NC. Pollen analysis and heavy metals detection in honey samples from southern. International Scientific Journal World News Natural Sciences 2019; 26: 176-90. Disponible en:

- <https://www.researchgate.net/publication/335224671>. Acceso 26 marzo 2020.
6. Majewska E, Druzynska B, Wolosiak E. Determination of the botanical origin of honeybee honeys based on the analysis of their selected physicochemical parameters coupled with chemometric assays. *Polonia. FoodSciBiotechnol* 2019; 28: 1307-1314. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-019-00598-5>. Acceso 15 julio 2019.
 7. Castro JC. Estudio de pre factibilidad para el establecimiento de un apiario, para la comercialización local de miel de abeja en el municipio de Rivas (tesis de maestría). Nicaragua:Universidad Nacional Autónoma; 2021.
 8. Bartha S, Taut I, Goji G, Vlad I A, Dinulica F. Heavy metal content in polyfloral honey and potential health risk. A case study of Copsa Mica. *International Journal of Environmental. Research and Public Health* 2020; 17 (1507): 1-12. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/5/1507>. Acceso 6 enero 2021.
 9. Almasi R y Sekarappa B. Analysis of unifloral and multifloral honey for physico-chemical properties in southern Karnataka. *International Journal of Recent Scientific Research* 2019; 10(5): 32469-32473. Disponible: <http://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2019.1005.3477>. Acceso 10 enero 2020.
 10. Ortega-Bonilla RA, Morales-Hormiga CH, Chito-Trujillo DM. Evaluación de características fisicoquímicas, compuestos fenólicos, contenido de minerales y color de mieles comerciales del Cauca (Colombia). *Revista de Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 2021; 22 (2): 1894-1897. Disponible en: <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/1894>. Acceso 3 febrero 2022.
 11. NC 493. Contaminantes metálicos en alimentos. Regulaciones sanitarias. Cuba; 2015.
 12. NC-ISO 2859-0. Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 0: Introducción al sistema de muestreo por atributos. Cuba; 2000.
 13. NRAG 18 MINAGRI. Miel de Abejas. Materia Prima. Requisitos. Cuba, 2009.
 14. NC 193. Envases y embalajes. Bidones de acero. Requisitos generales. Cuba; 2002.
 15. NC 452. Envases, embalajes y medios auxiliares. Requisitos sanitarios generales. Cuba; 2006.
 16. NC 492. Almacenamiento de alimentos. Requisitos sanitarios generales. Cuba, 2006.
 17. AOAC 920.181. Ash of honey. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington DC; 2012.
 18. AOAC 999.11. Minerals in Foods. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 17th ed, Washington D.C; 2006.
 19. Costa A, Veca M, Barberis M, Tosti A, Notaro G, Nava S, Lazzari M. entre otros. Heavy metals on honeybees indicate their concentration in the atmosphere a proof of concept. *Italian Journal of Animal Science* 2019; 18 (1): 309-315. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1828051X.2018.1520052>. Acceso 8 abril 2020.
 20. Aguilar, P. Y. Efecto de la pasteurización en propiedades químicas, microbiológicas y sensoriales de la miel de abeja melipona (tesis de diploma). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano: Departamento de Agroindustria Alimentaria; 2021.
 21. Adugna E, Hymete A, Birhanu G, Ashenef A. Determination of some heavy metals in honey from different regions of Ethiopia. *Food Science y Technology* 2020; 6: 1-14. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2020.1764182>. Acceso 26 octubre 2020.