

Actividad antioxidante de mieles producidas en el municipio Mara del estado Zulia.

Mairy A. Fuenmayor A, Viluzca C. Fernández y Maria. N. Berradre.

Laboratorio de Alimentos. Departamento de Química. Facultad Experimental de Ciencias. Módulo 2. Universidad del Zulia. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. mairy12f@gmail.com.

Resumen

Se determinó la actividad antioxidante total de mieles producidas en el Municipio Mara del estado Zulia empleando el método de decoloración del catión radical 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS •+). El contenido de polifenoles fue determinado con el reactivo de Folin Ciocalteu. Los valores obtenidos para la caracterización química de la miel de abejas producida en el Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola (CESID-Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA, se encontraron dentro del intervalo permisible por las normativas nacionales e internacionales y lo reportado en investigaciones previas. El contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en la miel disminuyó significativamente ($p < 0,05$), en las mieles de la cosecha 1 con respecto a la cosecha 2. La correlación entre la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales fue de 0,93618. A partir de los resultados del presente estudio, se puede establecer que la miel es fuente de compuestos antioxidantes aportados principalmente por los compuestos fenólicos presentes en la misma.

Palabras Clave: Miel; actividad antioxidante; ABTS •+; Folin Ciocalteu.

Antioxidant activity of honey produced in the municipality Mara of Zulia state.

Abstract

The total antioxidant activity of honey produced in the Municipality Mara of Zulia state was determined by the method radical cation decolourisation 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS^{•+}). The polyphenol content was determined with Folin Ciocalteu reagent. The values obtained for the chemical characterization of honey produced in the Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola (CESID-Frutícola y Apícola) of CORPOZULIA, were within the permissible range by national and international regulations and the reported in previous research. The antioxidant activity and polyphenol content in the analyzed honeys, decreased significantly ($p < 0.05$), in the honeys of harvest 1 with respect to harvest 2. The correlations coefficients observed between the antioxidant activity and total polyphenol content was 0.93618. From the results of this study, it can be established that the honey is a source of antioxidant compounds which are mainly provided by the phenolic compounds present in it.

Keywords: Honey, antioxidant capacity, ABTS^{•+}, Folin Ciocalteu.

Introducción

La miel es la sustancia dulce elaborada a partir del néctar de las flores (secreciones o excreciones de insectos succionadores de plantas) como principal producto natural producido por las abejas (*Apis mellifera*) (San José-Rodríguez y San José de León 2015). Posee sabor dulce, atractivo color, vitaminas, sales minerales y enzimas, es un alimento altamente energizante que actúa como fuente de nutrición directa de la sangre, el corazón, los músculos y el cerebro, considerándosele un alimento funcional. Con la ventaja de ser una buena fuente de compuestos antioxidantes (Cauich *et al.* 2015; Gašić *et al.* 2015; Visweswara *et al.* 2016).

Un alimento funcional es aquel que contiene componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos en una o varias funciones del organismo y se traducen en una mejora de la salud o una disminución del riesgo de sufrir enfermedades (Fuentes-Berrio *et al.* 2015). Proporcionan beneficios para la salud más allá de la nutrición básica mediante diferentes estrategias: maximizar la presencia de un compuesto funcional en el alimento; incorporación externa de un componente bioactivo; incremento de la biodisponibilidad del compuesto de interés, entre otros (Cámpora 2016).

Los radicales libres causan daño oxidativo a lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, pudiendo llevar las especies activas de oxígeno, como O₂, OH, o radical lipídico peroxilo (LOO[•]) a complicaciones biológicas que incluyen carcinogénesis, mutagé-

nesis, envejecimiento, y aterosclerosis. Estos radicales libres son generalmente inhibidos por las diversas formas de antioxidantes (Li et al. 2014).

Un antioxidante es cualquier sustancia, que cuando está presente en concentraciones bajas (en comparación a las de un sustrato oxidable), retrasa o impide la oxidación de ese sustrato, incluyendo todos los tipos de moléculas (Nooh y Nour-Eldien 2016). Los fenoles, eliminan muy eficientemente radicales peroxilo, debido a sus estructuras moleculares que incluyen anillo aromático con grupos hidroxilo que contienen hidrógenos móviles. Por otra parte, la acción de los compuestos fenólicos se puede relacionar con su actividad para reducir el quelato de ión férrico que catalizan la peroxidación de lípidos (Li et al. 2014).

Dentro de los antioxidantes que presenta la miel se incluyen sustancias enzimáticas: catalasa, glucosa oxidasa, peroxidasa y no enzimáticas: ácido ascórbico, a-tocoferol, carotenoides, aminoácidos, proteínas, ácidos orgánicos, productos de reacción de Maillard y más de 150 compuestos polifenólicos, incluyendo los flavonoides, los flavonoles, ácidos fenólicos, catequinas, y derivados de ácido cinámico (Buratti et al. 2007; Gheldof et al. 2002; Lachman et al. 2010).

Como efectos beneficiosos de la miel se incluyen la inhibición de la oxidación de lipoproteínas, estimulación de la liberación del factor de necrosis tumoral-alfa, inhibición de la proliferación celular, e inducción de la apoptosis. A diferencia de la quimioterapia convencional la miel se puede usar continuamente, al no conducir al desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos. Igualmente se emplea en el tratamiento de enfermedades respiratorias (Peng et al. 2014).

La miel, como fuente de antioxidantes, ha demostrado ser eficaz contra reacciones de oxidación de deterioro en los alimentos causados por la luz, el calor y algunos metales, como es el caso del pardeamiento enzimático de las frutas y hortalizas, la oxidación de lípidos en la carne, e inhibir el crecimiento de patógenos y organismos indeseables alimentos (Kus et al. 2014; Habib et al. 2014).

El estado Zulia es una zona geográfica en la que se produce miel de una alta calidad fundamentada en una flora en la que se tiene alta presencia de especies políferas y melíferas de las familias Leguminosae, Rutaceae, Anacardiaceae y Myrtaceae que incluyen Acacias, Citrus, Mango, Meroy y Eucaliptus, A pesar de la difusión de la miel en la región zuliana, existe poca información sobre su composición química. Diversos estudios, han evidenciado que la composición fisicoquímica y organoléptica de la miel, así como sus propiedades dependen de las fuentes vegetales utilizadas por las abejas de las cuales se deriva, condiciones climáticas y edafológicas de la región, el manejo de extracción y almacenamiento (Missio et al. 2016).

La presente investigación tiene por objeto evaluar la actividad antioxidante total y el contenido de polifenoles totales de mieles producidas en el Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola (CESID-Frutícola y Apícola) de CORPOZU-

LIA, estado Zulia, en diferentes temporadas de cosecha. Así mismo, se determinó la composición química (acidez, pH, humedad, proteínas) de estos productos.

Materiales y Métodos

Origen y obtención de las mieles.

Las muestras de miel de abeja provenientes del Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola (CESID-Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA, ubicado en el municipio Mara del estado Zulia, correspondían a la última cosecha del 2013 (Cosecha 1) y la primera cosecha del 2014 (Cosecha 2). Se muestrearon diez panales para cada cosecha para un total (por cosecha) de 20 kg de miel aproximadamente (pesando cada panal 2 kilos aproximadamente).

La muestra de miel para la evaluación del contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante, así como los parámetros fisicoquímicos estuvo constituida por un total de veinte frascos ámbar de 120 mL: diez frascos (cosecha 1), y diez frascos (cosecha 2). Al tener la muestra de los diez frascos de cada cosecha una consistencia adecuada se hizo un pool y se separó en frascos ámbar por lotes (lote 1, lote 2, y lote 3). Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos: humedad, acidez total (g ácido cítrico/L), acidez iónica, proteínas.

Caracterización fisicoquímica de la miel.

Para medir el pH se usó un potenciómetro marca Orion Instrument® modelo 420A0210N—COVENIN 1315 (COVENIN 1979); acidez total—COVENIN 2136 (COVENIN 1984); para determinar la humedad se utilizó un refractómetro (Atago Hand – Held) a temperatura constante de 20°C —COVENIN 2136 (COVENIN 1984); proteínas—COVENIN 1195 (COVENIN 1980).

Determinación del contenido de polifenoles.

Se aplicó el método de Singleton *et al.* 1999, utilizando el reactivo Folin-Ciocalteu (Sigma) y se reportó como mg equivalentes de ácido gálico (99% pureza, Riedel de Haën, Alemania) (GAE)/100 g miel. Se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro CaryUV-50 VARIAN (Mulgrave, Victoria, Australia). En cuanto a la dilución de la miel se pesaron exactamente (0,10±0,01) g de miel y se diluyeron en un volumen final de 1 mL con etanol al 20% v/v.

Determinación de la actividad antioxidante.

Se empleó la metodología descrita por Vit *et al.* 2008. Mezclando en una proporción de 1:1 una solución de 7 µmoles de ABTS (Sigma, St. Louis, Mi, USA) y una solución de 4,9 µmoles de persulfato de amonio (IQE, Industrias Químicas Erba). Esta mezcla se dejó en reposo tapada con papel de aluminio durante un tiempo mínimo de 16 horas antes de comenzar las determinaciones.

La solución de ABTS se diluyó hasta alcanzar una absorbancia comprendida entre 0,6 y 0,7 a 750nm (Abs cromóforo radical, t_{0min}), mezclando aproximadamente 40 μ L de la solución de ABTS y 960 μ L de etanol (grado HPLC, Merck, Darmstadt, Germany) al 20 % (v/v). Luego a esta dilución se le agregaron 10 μ L de la solución de miel 10% (p/v) (Re et al. 1999), se agitó rápidamente y se midió el cambio de la absorbancia a los 5 min de reacción (Abs. Cromóforo radical + antioxidante, t_{5min}). La curva de calibración se preparó para las concentraciones de 0,1, 0,25, 0,5, 1 y 2, μ moles/ L con Trolox (Calbiochem, Dinamarca).

La actividad antioxidante total (TAC) de la muestra se determinó de acuerdo a la ecuación: TAC: (AbsCromóforo radical) t_{0min} - (Abs. Cromóforo radical + antioxidante) t_{5min} .

Análisis estadístico de los resultados.

Se analizó la existencia de diferencias significativas de los parámetros estudiados empleando la prueba t-student. Se realizó un estudio de correlación de Pearson entre el contenido de polifenoles analizados y la actividad antioxidante de la miel, para esto se empleó programa estadístico SAS versión 9.1.3. El modelo estadístico empleado fue totalmente aleatorio con un diseño de mediciones repetidas.

Resultados

Caracterización química de la miel

La Tabla 1 muestra los resultados de la caracterización química de las mieles. Se detectaron diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos excepto en la humedad.

Tabla 1. Caracterización química de la miel proveniente de la cosecha 1¹ y cosecha 2¹.

Variable	Cosecha 1 \pm DE	Cosecha 2 \pm DE
Ph (unidades de pH)	3,39a \pm 0,01	3,48b \pm 0,01
Acidez (meq/100g)	3,47a \pm 0,13	4,28b \pm 0,15
Humedad (% m/m)	19,20a \pm 0,44	19,11a \pm 0,52
Proteínas (g proteínas/ 100g miel)	0,55a \pm 0,01	0,47b \pm 0,01

DE: Desviación Estándar. 1 Los resultados son promedio de 9 mediciones. Valores promedios con letras distintas son significativamente diferentes, prueba de t ($p < 0,05$).

Evaluación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de la miel.

Los resultados obtenidos para la evaluación del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante de las mieles, de la cosecha 1 y 2, se muestran en la tabla 2; observando que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las mieles de ambas cosechas.

Tabla 2. Contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante total de la miel proveniente de la cosecha 1¹ y cosecha 2¹.

Variable	Cosecha 1 \pm DE	Cosecha 2 \pm DE
Polifenoles (mg GAE/100g)	645,8 ^a \pm 1,95	298,46 ^b \pm 0,43
Actividad Antioxidante (μ moles Trolox/100 g)	402,29 ^a \pm 5,51	129,50 ^b \pm 4,52

DE: Desviación Estándar. ¹Los resultados son promedio de 9 mediciones. Valores promedios con letras distintas son significativamente diferentes, prueba de t ($p < 0,05$).

Correlación entre el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante.

Los resultados del estudio de correlación de Pearson entre el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante se muestran en la Tabla 3. Los resultados del análisis estadístico indicaron que existe una correlación significativa ($p < 0,001$) entre las variables.

Tabla 3. Correlación entre el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante.

	Contenido de polifenoles totales (mg GAE/100g)
Actividad antioxidante expresada en milimoles TROLOX/ 100 g	0,93618

Número de muestras evaluadas: 18 repeticiones, 9 para cada cosecha. ($p < 0,001$).

Discusión

Caracterización química de la miel

Los valores de pH en las mieles de ambas cosechas (Tabla 1), son ligeramente inferiores a los límites establecidos (entre 3,6 y 4,2) por la norma venezolana COVENIN 2136 (COVENIN 1984) y lo reportado por Corbella et al. 2006, para mieles brasileñas (entre 3,56 y 3,82). Esta variación se puede deber, a que no todas las mieles poseen los mismos ácidos al depender este parámetro de la naturaleza del néctar y/o mielato que la abeja toma para elaborar la miel (Piccirillo et al. 1998). Las diferencias entre los valores de pH de las mieles de ambas cosechas y lo reportado en investigaciones previas, están igualmente relacionadas con factores agroclimáticos característicos de las regiones de donde proviene la miel, y las condiciones de extracción y almacenamiento, que afectan la textura, estabilidad y vida útil del producto (Gomes et al. 2010).

La acidez de la miel se debe a la presencia de ácidos orgánicos, principalmente ácido glucónico, en equilibrio con sus correspondientes lactonas o ésteres internos, y a los iones inorgánicos, tales como fosfato, sulfato, entre otros (Terrab et al. 2004). Los valores de acidez total en las mieles de ambas cosechas (Tabla 1), se encuentra dentro del rango de 2,44-5,30 meq/100g propuesto por Ojeda et al. 2004, para mieles venezolanas. Lo cual, es indicativo de la ausencia de fermentación en las mieles estudiadas, al revelar la acidez total, la posible producción de alcohol y de ácido por la fermentación bacteriana (Ojeda et al. 2004).

Otros factores que afectan la acidez de la miel son las temporadas de cosecha y los tipos florales (Terrab et al. 2004; Habib et al. 2014). El que el valor de la acidez de las mieles de la cosecha 2 sea mayor al de la cosecha 1, es el resultado de las condiciones climáticas influenciadas por las estaciones del año. Las bajas temperaturas y alta precipitación pluvial aumenta la acidez de la miel, debido a que estas condiciones climáticas y geográficas afectan la flora existente y por ende el tipo de néctar utilizado por la abeja para su conversión en miel (Ouchemoukh et al. 2007).

La humedad varía dependiendo del tipo de miel; comprendiendo en promedio 17-18% de la misma. Tanto las mieles de la cosecha 1 como las de la cosecha 2, presentaron un contenido de humedad (Tabla 1) cercano al 20%. En las zonas tropicales, la humedad en la miel puede ser alta; debido a que las abejas tienen dificultad en evaporar el agua frente a la alta humedad relativa en el aire, lo que puede depender del período de cosecha en la que fue extraída, pudiendo variar de estación a estación y de año en año (Habib et al. 2014).

El contenido de humedad de este estudio se encuentra dentro del rango de 10,09% a 20,73% indicado por Serem y Beste (2012), para muestras de mieles de África meridional, y lo establecido por Ojeda et al. 2004, quienes reportaron un rango de valores de 17,80 a 19,64 % para mieles del estado Zulia. Siendo el contenido de humedad un factor que contribuye a la estabilidad de la miel contra la

fermentación y granulación, un mayor contenido de humedad puede conducir a la fermentación indeseable de la miel durante el almacenamiento causado por la acción de las levaduras osmotolerantes resultantes en la formación de alcohol etílico y dióxido de carbono; el alcohol puede oxidarse hasta ácido acético y agua que resulta en un sabor agrio (Missio *et al.* 2016).

El contenido de proteínas en la miel es dependiente del tipo de flora, ya que es variable. Pudiéndose atribuir a la presencia de enzimas introducidas por las mismas abejas, y otros derivados a partir del néctar (Escuredo *et al.* 2013). El porcentaje de proteínas determinado en las mieles de ambas cosechas (Tabla 1), fue inferior al rango establecido por Rodríguez (2000), quien reportó valores para el contenido de proteínas de mieles del Estado Zulia entre 0,60 y 0,80 mg/100 g. Por su parte, el valor obtenido en este estudio para la miel proveniente de la cosecha 2 se encuentra en el rango indicado por El-Sherbiny y Rizk (1979), quienes señalan rangos para mieles de Egipto entre 0,04 y 0,48 mg/100 g. Esta diversidad de valores reportados en varios países, permiten apreciar la utilidad del contenido de proteínas en las mieles, ya que es tan particular que lo hace un factor decisivo para la determinación de fraudes de este producto en el mercado nacional.

Evaluación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de la miel.

Las mieles de la cosecha 1 y la cosecha 2, presentaron un contenido de compuestos fenólicos (Tabla 2) superiores al rango de 47,39 a 265,49 mg GAE/ 100 g miel reportado por Vit *et al.* 2008, y el valor de 86,67 mg GAE/ 100 mostrado por Gheldof *et al.* 2002. Constatándose, que existe variabilidad en la composición fenólica de las mieles producidas en diferentes países (Sarmiento *et al.* 2013).

Las abejas visitan una gran diversidad de especies vegetales, es de esperar que muchas propiedades de la miel presenten alta variabilidad, pudiendo variar su composición por el origen geográfico, la composición del suelo, la especie floral (ya que provienen del néctar de las flores, el polen y el propóleo), así como, las especies de las abejas productoras de miel (Visweswara *et al.* 2016).

Las diferencias entre el contenido de compuestos fenólicos en las mieles de cada una de las cosechas (cosecha 1 > cosecha 2), se deben a que el contenido de polifenoles se afecta por las condiciones climáticas de la región de recolección, ya que las condiciones meteorológicas en gran medida influenciadas por las estaciones del año condicionan la cantidad y variedad de flores de una región (Gašić *et al.* 2014).

Las propiedades antioxidantes de la miel están relacionadas con el contenido de humedad, que puede determinar el grado de acumulación de compuestos antioxidantes solubles en agua. Los valores obtenidos para la actividad antioxidante en este estudio, se encuentran dentro de la clasificación de las mieles de acuerdo a su actividad antioxidante establecida por Vit *et al.* 2008, donde se especifica que exis-

ten mieles pro-oxidantes con actividad antioxidante $< 1 \mu\text{moles Trolox}/100\text{g miel}$, mieles con actividad antioxidante moderadamente baja de $101-150 \mu\text{moles Trolox}/100\text{g miel}$ (mieles de la cosecha 2), hasta mieles con actividad antioxidante muy alta $> 300 \mu\text{moles Trolox}/100\text{g miel}$ (mieles de la cosecha 1).

En el estudio de mieles argentinas y uruguayas de Vit et al. 2009, la actividad antioxidante fue estadísticamente mayor en las mieles argentinas (con un rango de $62,65-323,10 \mu\text{moles Trolox}/100\text{g miel}$) que en las mieles paraguayas ($57,81-180,35 \mu\text{moles Trolox}/100\text{g miel}$), por su parte, Álvarez-Suarez et al. 2010 reportaron un rango de $103,00-294,00 \mu\text{moles Trolox}/100\text{g}$ para mieles cubanas y valores de $34,00-203,00 \mu\text{moles Trolox}/100\text{g}$ para mieles venezolanas. Estando los valores de la segunda cosecha del presente estudio, dentro de los rangos descritos para la actividad antioxidante de las mieles de ambos grupos de investigación, sin embargo, los de la primera cosecha se encuentran por encima de lo reportado.

Las condiciones bajo las cuales se realiza la evaluación de las muestras, tales como: medio de generación del radical ABTS • +, el tiempo de medición y la dilución de la muestra también pueden causar variaciones en el valor de la actividad antioxidante reportada por diferentes autores, lo que limita la interpretación y comparabilidad de la data. Así mismo, no existe un método estándar o único para cuantificar la actividad antioxidante lo que limita la comparabilidad entre métodos.

En cuanto a la composición de la materia prima, dependiendo del tipo de flor visitada la actividad antioxidante de una miel floral puede variar en un factor de 20. Vit et al. (2008), reportaron valores promedios de actividad antioxidante con un amplio rango de variación dentro de cada grupo de miel en particular: floral ($60,12-287,55$), de mielada ($53,71-280,04$), y mixta ($43,55-290,35$) $\mu\text{moles Trolox}/100\text{g miel}$.

Correlación del contenido de polifenoles con la actividad antioxidante.

En los últimos años, se han descrito una serie creciente de compuestos que demuestran el carácter emergente del potencial antioxidante de la miel; entre éstos, los compuestos fenólicos que también contribuyen a exaltar calidades sensoriales tales como su amargor. El aumento en el contenido de polifenoles supone un aumento del número de hidrógenos disponibles en estas moléculas para actuar como antioxidante. Por lo cual, como lo especifican Almeida et al. 2013, la actividad antioxidante puede aumentarse mediante la interacción sinérgica entre los compuestos que tienen la actividad de eliminar los radicales libres, tales como compuestos fenólicos.

Kuś et al. 2014, evaluaron el contenido fenólico total, actividad antioxidante, y características de color de seis mieles monoflorales polacas para varios lotes de un mismo tipo de miel. Observando que el contenido fenólico total se correlacionó con los parámetros de color, y la actividad antioxidante. En el caso del presente estudio de correlación, se muestra al igual que lo reportado por Serem y Beste

2012 ($r=0,87$); Bertoncej *et al.* 2007 ($r= 0,96$); y Lachman *et al.* 2010 ($r=0,85$) que la actividad antioxidante es directamente proporcional a su contenido de polifenoles, existiendo una fuerte correlación entre la actividad antioxidante y el contenido fenólico (muestras que exhiben contenidos fenólicos totales más altos también evidenciaron respuestas antioxidantes más altas) (Peng *et al.* 2014).

En tal sentido, los resultados indican que los polifenoles totales (mg GAE/ L) se correlacionan con la actividad antioxidante, lo que evidencia que la fuente de antioxidantes en la miel está constituida principalmente por estos compuestos.

Conclusiones

La caracterización química de las mieles investigadas se encuentra en el rango establecido por normativa nacional e internacional, y comparable a los valores reportados en investigaciones previas. La alta actividad antioxidante exhibida por estos productos esta correlacionada con el contenido de polifenoles, lo que sugiere que las mieles estudiadas son excelentes fuentes de antioxidantes que presentan múltiples propiedades biológicas que pudieran actuar como captadores de radicales libre que eviten la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL) relacionadas con enfermedades coronarias, entre otros efectos como antiinflamatorio y antienvjecimiento.

Agradecimientos

A los integrantes del Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola (CESID-Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA, estado Zulia, quienes brindaron su apoyo y suministraron la materia prima para el desarrollo de esta investigación.

Referencias bibliográficas

- ALMEIDA, I., T. SARMENTO, C. CAMARA, N. QUEIROZ, M. MAGNANI, J. SANTOS, L. BASTOS, E. OLIVEIRA, A. DE SOUZA Y A. GOUVEIA. 2013. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. *Food Chemistry*. 141: 3552-3558.
- Álvarez-SUAREZ, J., A. GONZÁLEZ-PARAMÁS, C. SANTOS-BUELGA Y M. BATTINO. 2010. Antioxidant characterization of native monofloral Cuban honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 9817-9824.
- BERTONCELJ, J., U. DOBERŠEK, M. JAMNIK Y T. GOLOB. 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*. 105: 822-828.
- BURATTI, S., S. BENEDETTI Y M. COSIO. 2007. Evaluation of the antioxidant power of honey, propolis and royal jelly by amperometric flow injection analysis. *Talanta*. 71: 1387-1392.

- CÁMPORA, C. 2016. Alimentos funcionales: Tecnología que hace la diferencia. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 42: 131-137.
- CAUICH, R., J. RUIZ, E. ORTÍZ Y M. SEGURA. 2015. Potencial antioxidante de la miel de Meliponabeecheii y su relación con la salud: una revisión. *Nutrición Hospitalaria*. 32:1432-1442.
- CORBELLA, E. Y D. COZZOLINO. 2006. Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. *Food Science and Technology*. 93: 534-539.
- EL-SHERBINY, G. Y S. RIZK. 1979. Chemical of both clover and cotton honey produced in A.R.E. Egypt. *Journal of Food Science*.7: 69-75.
- ESCUREDO, O., M. MIGUEZ, M. FERNANDEZ-GONZALEZ Y M. SEIJO. 2013. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*. 138: 851-856.
- FUENTES-BERRIO, L., D. ACEVEDO-CORREA Y V. GELVEZ-ORDOÑEZ. 2015. Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 13: 140-149.
- GAŠIĆ, U., S. KEČKEŠ, D. DABIĆ, J. TRIFKOVIĆ, D. MILOJKOVIĆ-OPSENICA, M. NATIĆ Y Z. TEŠIĆ. 2014. Phenolic profile and antioxidant activity of Serbian polyfloral honeys. *Food Chemistry*. 145: 599-607.
- GAŠIĆ, U., M. NATIĆ, D. MIŠIĆ, D. LUŠIĆ, D. MILOJKOVIĆ-OPSENICA, Z. TEŠIĆ Y D. LUŠIĆ. 2015. Chemical markers for the authentication of unifloral *Salvia officinalis* L. honey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 44: 128-138.
- GHELDOLF, N., X. WANG Y N. ENGESETH. 2002. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 5870-5877.
- GOMES, S., L. DIAS, L. MOREIRA, P. RODRIGUES Y L. ESTEVINHO. 2010. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*. 48: 544-548.
- HABIB, H., F. AL MEQBALI, H. KAMAL, U. SOUKA Y W. IBRAHIM. 2014. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*. 153: 35-43.
- KUŚ, P., F. CONGIU, D. TEPER, Z. SROKA, I. JERKOVIĆ Y C. GIOVANNI. 2014. Antioxidant activity, color characteristics, total phenol content and general HPLC fingerprints of six Polish unifloral honey types. *Food Science and Technology*. 55: 124-130.
- LACHMAN, J., M. ORSÁK, A. HEJTMÁNKOVÁ Y E. KOVÁRĚOVÁ. 2010. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *Food Science and Technology*. 43: 52-58.

- LI, S., G. CHEN, C. ZHANG, M. WU, S. WU Y Q. LIU. 2014. Research progress of natural antioxidants in foods for the treatment of diseases. *Food Science and Human Wellness*. 3: 110–116.
- MISSIO, P., C. GAUCHE, L. GONZAGA, A. OLIVEIRA Y R. FETT. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*. 196: 309–323.
- NOOH, H. Y N. NOUR-ELDIEN. 2016. The dual anti-inflammatory and antioxidant activities of natural honey promote cell proliferation and neural regeneration in a rat model of colitis. *Acta Histochemica*. 118: 588–595.
- Norma venezolana COVENIN 1315-79. Alimentos. Determinación del pH (acidez iónica).
- Norma venezolana COVENIN 1195-80. Alimentos. Determinación de Nitrógeno. Método de Kjeldahl.
- Norma venezolana COVENIN 2136-84. Miel de abejas. Métodos de ensayo.
- OJEDA, G., B. SULBARÁN, A. FERRER Y B. RODRÍGUEZ. 2004. Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry*. 84: 499-502.
- OUCHEMOUKH, S., H. LOUAILECHE Y P. SCHWEITZER. 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*. 18: 52-58.
- PENG, S., N. LING, Y. ANIZA, S. WEI Y L. SUAN. 2014. Total Phenolic Contents and Colour Intensity of Malaysian Honeys from the *Apis* spp. and *Trigona* spp. Bees. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2: 150-155.
- PICCIRILLO, G., B. RODRÍGUEZ Y G. OJEDA. 1998. Estudio de algunos parámetros físicoquímicos en mieles cosechadas durante la época seca de ocho zonas apícolas del Estado Zulia, Venezuela. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*. 15: 486-497.
- Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang y A. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 26: 1231-1237.
- Rodríguez, B. 2000. Estudio de la composición química de la miel de abeja del estado Zulia. Trabajo especial de grado, Dpto. de Química, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo.
- San José-Rodríguez, J. y M. San José de León. 2015. La miel como antibiótico tópico en las úlceras por presión. *Medicina Naturista*. 9: 1576-3080.
- Sarmento, T., F. Pereira, A. Rodrigues, E. Sarmento, G. Sarmento y J. Santos. 2013. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaira (*Meliponasubnitida*) honey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 29: 10-18.

- Serem, j. y M. Beste. 2012. Physicochemical properties, antioxidant activity and cellular protective effects of honeys from southern Africa. *Food Chemistry*. 133: 1544-1550.
- Singleton, V., R. Orthofer y R. Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299: 152-178.
- Terrab, A., A. Recalames, D. Hernanz y F. Heredia. 2004. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88: 537-542.
- Visweswara, P., K. Thevan, N. Salleh y S. Hua. 2016. Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 26: 657-664.
- Vit, P., G. Gutiérrez, D. Titra, M. Bedna y A. Rodríguez. 2008. Mieles checas categorizadas según su actividad antioxidante. *Acta Bioquímica clínica latinoamericana*. 42: 237-244.
- Vit, P., M. Gutiérrez, A. Rodríguez-Malaver, G. Aguilera, C. Fernández-Díaz y A. Tricio. 2009. Comparación de mieles producidas por la abeja yateí (*Tetragoniscafebrigi*) en Argentina y Paraguay. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*. 43: 219-226.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

**BOLETÍN DEL CENTRO DE
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Vol.52 N° 2_____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada
en agosto de 2018, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
produccioncientifica.luz.edu.ve