

Comparación de mieles producidas por la abeja yateí (*Tetragonisca fiebrigi*) en Argentina y Paraguay

Comparison of honeys produced by the bee yateí (Tetragonisca fiebrigi) in Argentina and Paraguay

► Patricia Vit¹, María Gabriela Gutiérrez², Antonio Jesús Rodríguez-Malaver³, Greana Aguilera⁴, Cecilia Fernández-Díaz⁵, Aída Ester Tricio⁶

1. PhD Ciencias Biológicas, Apiterapia y Bioactividad, Departamento Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
2. Farmacéutica, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
3. PhD, Laboratorio de Bioquímica Adaptativa, Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
4. Bioanalista, Laboratorio Roberto Gabaldón, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
5. Profesora en Biología, Programa de Investigación Entomología de Misiones, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Instituto de Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, Posadas, Misiones, Argentina.
6. Licenciada en Ciencias Biológicas, Programa de Investigación Entomología de Misiones, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Instituto de Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, Posadas, Misiones, Argentina.

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957

ISSN 1851-6114 en línea

ISSN 1852-396X (CD-ROM)

Resumen

Tetragonisca fiebrigi Schwarz 1938 es una abeja sin aguijón conocida como yateí en Argentina y Paraguay. Al igual que otras especies de Meliponini, esta abeja nativa produce miel en botijas, con acidez y humedad más elevadas que los requisitos en mieles de *Apis mellifera* L. Se compararon 16 muestras de miel de *T. fiebrigi* producidas en la provincia de Misiones, Argentina y en el departamento de Itapúa, Paraguay según su contenido de humedad por refractometría, el color instrumental, la capacidad antioxidante en equivalentes de Trolox (TEAC) con el método del catión radical ABTS^{•+}, el contenido de flavonoides con el cloruro de aluminio y el de polifenoles totales con el reactivo Folin Ciocalteu, y la actividad antibacteriana. Las propiedades de las mieles de Argentina y Paraguay variaron como se indica a continuación en color (107,18±19,40 y 100,40±15,47 mm Pfund), contenido de humedad (23,89±1,74 y 23,68±0,78 g agua/100 g miel), flavonoides (14,37±11,11 y 12,66±4,82 mg EQ/100 g miel), polifenoles (240,74±94,05 y 148,29±17,75 mg EAG/100 g miel) y TEAC (160,15±60,50 y 120,91±38,67 µmoles equivalentes Trolox/100 g miel). El color, la humedad, los contenidos de flavonoides y de polifenoles no variaron significativamente según el origen geográfico de las mieles, pero la TEAC fue mayor en las mieles argentinas que en las paraguayas. La concentración inhibitoria mínima de miel fue mayor contra *Escherichia coli* (50 g/100 mL) que contra *Staphylococcus aureus* (6,25 a 50 g/100 mL). Esta caracterización de mieles de yateí es una contribución para sugerir sus estándares de calidad.

Palabras clave: actividad antibacteriana * miel * Argentina * color * humedad * flavonoides * Meliponini * Paraguay * *Tetragonisca fiebrigi* * yateí

Summary

Tetragonisca fiebrigi Schwarz 1938 is a stingless bee named yateí in Argentina and Paraguay. As well as other Meliponini species, this native bee stores honey in pots with acidity and moisture higher than the *Apis mellifera*

L. honey standards. Sixteen T. fiebrigi honey samples produced in the county of Misiones, Argentina, and Itapúa department, Paraguay were compared according to their Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) by the method of the radical cation ABTS^{•+}, flavonoid with aluminium chloride and total polyphenols contents with the Folin-Ciocalteu reagent. The properties between honeys from Argentina and Paraguay varied as follows in color (107.18±19.40 and 100.40±15.47 mm Pfund), moisture (23.89±1.74 and 23.68±0.78 g water/100 g honey), flavonoids (14.37±11.11 and 12.66±4.82 mg QE/100 g honey), polyphenols (240.74±94.05 and 148.29±17.75 mg GAE/100 g honey), and TEAC (160.15±60.50 and 120.91±38.67 µmoles Trolox equivalents/100 g honey). The color, moisture, flavonoid and polyphenol contents did not vary significantly according to the geographical origin, but the TEAC was higher in the honeys from Argentina than in those from Paraguay. This characterization of yateí honey is a contribution to suggest its quality standards.

Palabras clave: antibacterial activity * honey * Argentina * color * moisture * flavonoids * Meliponini * Paraguay * Tetragonisca fiebrigi * yateí

Introducción

Las abejas nativas de Argentina y Paraguay no tienen aguijón, comparten la familia Apidae y la subfamilia Apinae junto con *Apis mellifera* L., pero pertenecen a la Tribu Meliponini (1). En este estudio se seleccionó una especie conocida coloquialmente como yateí (*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938), a fin de caracterizar la miel producida en Argentina y Paraguay. Esta especie se conoce también como rubito o *gold pin* en Argentina, y jate'í en Paraguay en la región con aborígenes mbyá guaraní (2). *T. fiebrigi* se distribuye en Argentina (Misiones, Tucumán), Bolivia (Santa Cruz), Brasil (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo) y Paraguay (Cordillera, Misiones) (3).

El proyecto bioecología de abejas nativas sin aguijón de Misiones iniciado en el año 1994, permitió detectar que las especies productoras de miel representan un potencial campo de desarrollo y diversificación productiva (4). La capacitación de técnicos y de becarios se inició con el Dr. Warwick Kerr y la Dra. Rossana de Cassia de Oliveira del Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil. Desde el año 1999 se han realizado 30 cursos en la provincia de Misiones (Argentina) y el departamento Itapúa (Paraguay), alcanzando más de 700 personas capacitadas con intención de producir en forma organizada los productos de las yateí (miel, polen, cerumen, polinización). Los asistentes a las capacitaciones aportan conocimientos empíricos desde sus antepasados, abuelos o bisabuelos, del uso alimenticio y medicinal de la miel de yateí: uso dermatológico, cicatrizante, tratamiento de cataratas, recuperación facilitada postoperatoria, calmante de la tos y ayuda en los procesos de resfrío, además, del uso que les dan los mbya guaraní a la miel de yateí y otras me-

liponas (5). A través de la capacitación y la divulgación científica se ha logrado potenciar la cría de yateí como actividad productiva sustentable para el desarrollo social y ambiental en la provincia de Misiones, alcanzando interesantes resultados a partir de un modelo simple de manejo, basado en la observación, los registros, el aumento de la diversidad floral, uso de una caja racional y cuidado de las condiciones sanitarias de la extracción de la miel.

En un estudio previo se analizó la composición de una muestra de miel de yateí recolectada en el Barrio El Laurel de la ciudad de Posadas en la provincia Misiones (6), donde se encontró una acidez de 62,3 meq/kg y una humedad de 23,3 g agua/100 g miel, superiores a los estándares permitidos para miel de *A. mellifera*. La actividad de la diastasa (34,7 DN), el contenido de cenizas (0,31 g/100 g), de sacarosa (2,8 g/100 g) y de hidroximetilfurfural (15,0 mg/kg miel) cumplieron con los estándares; mientras que el contenido de azúcares reductores fue ligeramente menor al requisito (61,0 g/100 g), lo cual ya se había observado en mieles producidas por otra especie del género *Tetragonisca* (7). Además, se encontró actividad antioxidante, al igual que en las mieles de *A. mellifera* (6) y un agradable sabor afrutado y dulce con ligero olor afrutado y de cerumen (8).

Entre las sustancias que poseen actividad antioxidante se encuentran las vitaminas (A, E, C), los minerales (cobre, hierro, manganeso, selenio, zinc), enzimas (catalasas y oxidasas), coenzima (Q), los pigmentos naturales (flavonoides y carotenoides) y otras sustancias (9). Los polifenoles, los flavonoides y los ácidos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas visitadas por las abejas y funcionan como antioxidantes en la miel de abejas (10-12). Además, hay otros compuestos de naturaleza nitrogenada (alcaloides, derivados de la clorofila, aminoácidos y ami-

nas), que son ampliamente conocidos por su actividad antioxidante (13-16). En la miel de abejas se ha reportado un contenido de 2,5 mg de flavonoides/100 g miel (17) y de 21,4 mg vitamina C/100 g de miel de *T. fiebrigi* (6).

El objetivo del presente trabajo fue comparar propiedades (color, humedad, contenido de flavonoides y de polifenoles totales, capacidad antioxidante y actividad antibacteriana) en muestras de miel de *T. fiebrigi* producidas en Argentina y en Paraguay.

Materiales y Métodos

MIELES

Se recolectaron 18 muestras de miel de *T. fiebrigi* por decantación y con jeringas en las siguientes localidades de la provincia de Misiones: Posadas y Montecarlo (Argentina) y en el departamento de Itapúa: Coronel Bogado y Encarnación (Paraguay). Las mieles se conservaron en frascos de vidrio y se refrigeraron hasta su análisis. En la Figura 1 se muestra un nido de la abeja *T. fiebrigi* y se indica la frontera entre Argentina y Paraguay, donde fueron muestreadas las mieles.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

La determinación se realizó con el método indirecto por refractometría (18).

DETERMINACIÓN DEL COLOR

El color se determinó utilizando el colorímetro Hanna Honey Color 221 (Woonsocket, Rhode Island, EE.UU). Este equipo se calibró con glicerina y las lecturas de color se realizaron por duplicado en mieles líquidas y sin burbujas, en mm Pfund. Las mieles cristalizadas se calentaron hasta la desaparición de los cristales, antes de realizar la medición de color. A continuación se indican los siete estándares de color para mieles del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA (19), con sus equivalencias en mm Pfund: 1. Blanco agua (≤ 8). 2. Extra blanco (>8 a ≤ 17). 3. Blanco (>17 a ≤ 34). 4. Ámbar extra claro (>34 a ≥ 50). 5. Ámbar claro (>50 a ≥ 85). 6. Ámbar (>85 a ≥ 114). 7. Ámbar oscuro (>114).

DILUCIONES DE LA MIEL

Se pesaron exactamente ($0,1000 \pm 0,0010$) g de miel y se diluyeron en un volumen final de 1 mL con etanol (Merck) al 20% (v/v), para obtener una dilución de miel al 10% (p/v).

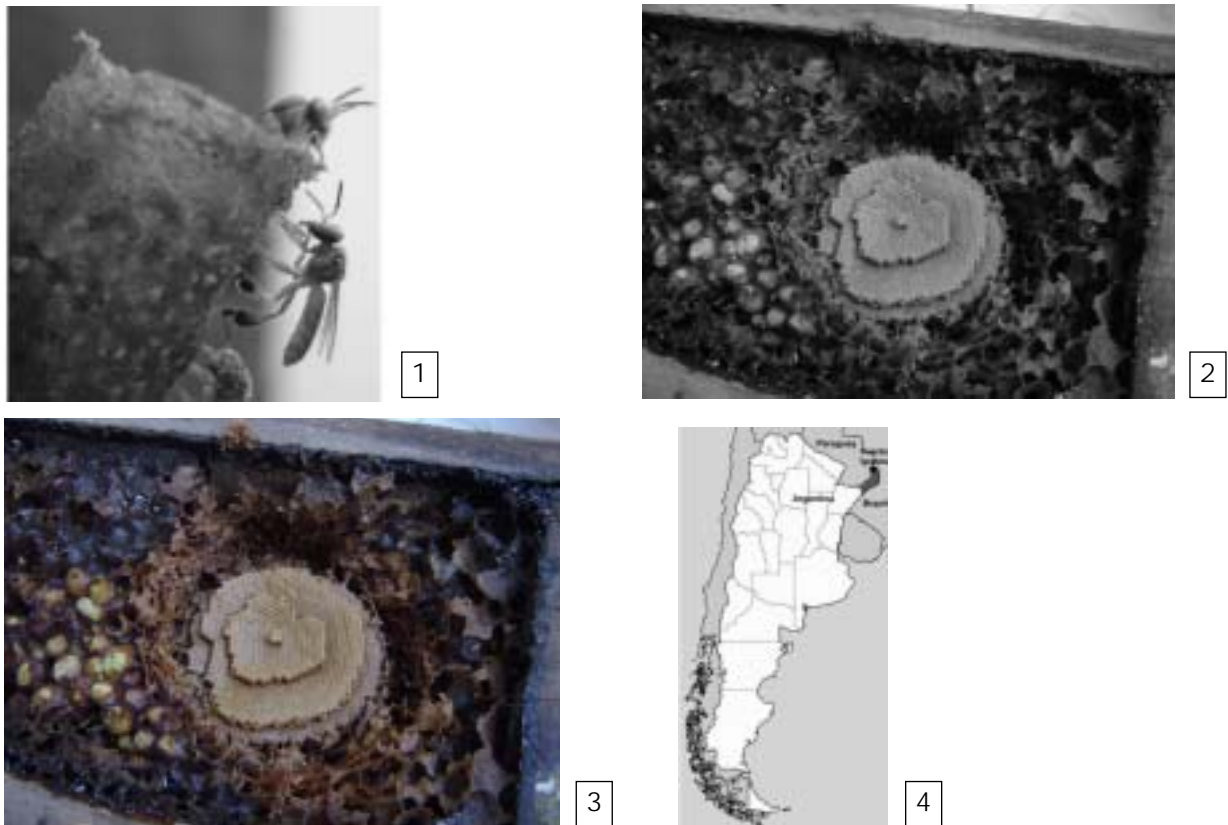


Figura 1. *Tetragonisca fiebrigi* (1), nido (2), entrada de una colmena (3), ubicación de las colmenas en la frontera entre Misiones e Itapúa (4).

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES

Se determinó según el método de Woisky y Salatino (20) utilizando una solución de cloruro de aluminio (Merck) al 2% (p/v) en etanol (Merck) al 95% (v/v) y se expresa como mg equivalentes de quercetina (Sigma) (EQ)/100 g.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES

Se midió con el método de Singleton y col. (21) utilizando el reactivo Folin-Ciocalteu (Sigma) y se reporta como mg equivalentes de ácido gálico (Sigma) (EAG)/100 g.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (TEAC)

La capacidad antioxidante total se conoce como TEAC (del inglés *Trolox equivalent antioxidant capacity*) cuando se mide en μ moles equivalentes de Trolox/100 g, empleando el catión radical ATBS⁺ 2,2-azino bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato). Una solución de ABTS (Sigma-Aldrich) 7 mM se mezcló en una proporción 1:1 con una solución de persulfato de amonio (IQE, Industrias Químicas Erba) 4.9 mM. La mezcla se tapó con papel aluminio durante por lo menos 16 horas antes de su uso. Esta mezcla se diluyó hasta alcanzar una absorbancia comprendida entre 0,6 y 0,7 a 734 nm, lo cual se logró mezclando aproximadamente 40 μ L de la mezcla de ABTS y 960 μ L de etanol (Merck) al 20% (v/v). Luego, a esta dilución se le agregaron 10 μ L de la solución de miel 10% (p/v), se agitó rápidamente y se midió el cambio de absorbancia a los 6 minutos de reacción y se calculó el porcentaje de decoloración = (D.O.control-D.O. miel) x 100/D.O. control (22). La curva de calibración se preparó para las concentraciones de 0,0; 0,625; 1,25 y 2,5 mM con Trolox (Sigma-Aldrich).

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA (CIM)

Se determinaron la Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) y la Concentración Bacteriostática Mínima (CBsM), adaptando la metodología descrita para sustancias antimicrobianas (23), por la prueba de dilución en serie en caldo Mueller Hinton (Himedia), con soluciones de miel al 50, 25, 12,5, 6,25 y 3,12 g/100 mL). En este ensayo se utilizaron cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Escherichia coli* ATCC 25922 como representantes de bacterias grampositivas y gramnegativas respectivamente. La suspensión bacteriana se ajustó a una escala de Mc Farland hasta alcanzar la turbidez de 0,5 equivalente a una concentración

de bacterias del orden de 10^7 - 10^8 células/mL. Se inculó cada tubo de 2 mL de miel diluida, con 50 μ L de la suspensión bacteriana, y se incubó a 35 ± 2 °C durante 24 horas. Las lecturas de CIM se realizaron de acuerdo con la presencia o no de turbidez en los tubos con las diluciones de miel en el caldo Mueller Hinton. Para determinar la CBsM se repicó cada dilución de miel en agar Mueller Hinton y se incubó a 35 ± 2 °C durante 24 horas. Las lecturas de las CBsM se evaluaron como la mínima concentración de miel en la cual el crecimiento bacteriano fue mínimo (≤ 10 colonias) (24). También se observó la presencia del crecimiento de *Bacillus* sp. por las características morfológicas y microscópicas de las colonias (blancas, gram positivas, esporuladas). Se empleó un control negativo el cual se preparó con 40 g de fructosa, 30 g de glucosa, 8 g de maltosa y 2 g de sacarosa, con agua destilada hasta obtener 100 g para obtener una matriz control con 80 g azúcar/100 g miel (25).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los cálculos de las medias y de las desviaciones estándar de los triplicados, y las curvas de calibración se realizaron con el *software* Excel versión 4.0. El análisis estadístico para relacionar los parámetros analizados de la miel con su origen geográfico, se realizó por el *test* de t-Student con el *software* SPSS versión 12.0. Se indican las diferencias significativas para $p < 0,05$. También se determinó el coeficiente de correlación de Pearson entre la capacidad antioxidante (TEAC), el contenido de flavonoides y el de polifenoles.

Resultados

Los valores obtenidos para las mieles de Argentina y de Paraguay se indican en la Tabla I. Todas las mieles de yateí analizadas presentaron diferencias significativas en los valores de TEAC que variaron entre 57,81 y 323,70 μ moles equivalentes Trolox/100 g miel; sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas para el color (74,00-131,00 mm Pfund), los contenidos de humedad (22,20-27,40 g agua/100 g miel), de flavonoides (4,00-45,44 mg EQ/100 g miel) y de polifenoles (125,17-431,20 μ moles EAG/100 g miel) de las mieles de Argentina y Paraguay.

No hubo correlación entre la capacidad antioxidante y el contenido de flavonoides y de polifenoles de las mieles de yateí.

La actividad antibacteriana se presenta en la Tabla II, donde puede observarse la concentración inhibitoria mínima (CIM), la concentración bacteriostática mínima (CBsM) y la presencia de *Bacillus* sp.

Tabla I. Propiedades de miel de *T. fiebrigi* según su origen geográfico.

Parámetro analizado	Origen geográfico					
	Argentina			Paraguay		
	n=13			n=5		
	media±DE	mín	máx	media±DE	mín	máx
Color (mm Pfund)	107,18±19,40	74,00	131,00	100,40±15,47	86,00	126,00
Humedad (g agua/100 g)	23,89±1,74	22,20	27,40	23,68±0,78	22,40	24,60
Flavonoides (mg EQ/100 g miel)	14,37±11,11	4,00	45,44	12,66±4,82	8,54	22,38
Polifenoles (mg EAG/100 g miel)	240,74±94,05	144,22	431,20	148,29±17,75	125,17	176,50
TEAC * µmoles ET/100 g miel	160,15±60,50	62,65	323,70	120,91±38,67	57,81	180,35

* Las diferencias estadísticamente significativas entre las mieles de yateí producidas en Argentina y Paraguay, se representan con asteriscos ($P<0,05$), *t*-test.

Tabla II. Actividad antibacteriana (CIM, CBsM)

Miel ¹	<i>E. coli</i>					<i>S. aureus</i>				
	g miel/100 mL dilución									
	50	25	12.5	6.25	3.1	50	25	12.5	6.25	3.1
1 A	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
2 A	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
3 A	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
4 A	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
5 A	b	+	+	+	+	b*	+	+	+	+
6 A	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+
7 A	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+
8 A	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+
9 A	-	+	+	+	+	-	-	-	b	+
10 A	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+
11 A	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+
12 A	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
13 A	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+
1 P	-	+	+	+	+	b	+	+	+	+
2 P	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
3 P	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
4 P	b	+	+	+	+	-	-	+	+	+
5 P	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Control	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

¹ Mieles de Argentina (A) y de Paraguay (P).
(-) sin crecimiento, (b) bacteriostático, (+) con crecimiento, * *B. subtilis*

Discusión

En la Tabla I se puede observar que los valores extremos en contenido de flavonoides se obtuvieron en las mieles de Argentina, los cuales variaron entre 4,40 y 45,44 mg EQ/100 g miel, y resultan más elevados que

la referencia para miel de *Apis mellifera* de 2,5 mg flavonoides/100 g (17). Los valores de TEAC con un mínimo de 57,81 y un máximo de 323,70 µmoles ET/100 g miel, correspondieron a una actividad antioxidante baja y muy alta según la clasificación de mieles checas (26). Sin embargo, no hubo diferencia significativa en-

tre el color, contenido de humedad, de flavonoides y de polifenoles en mieles de yateí. La capacidad antioxidante fue estadísticamente mayor en las mieles argentinas ($160,15 \pm 60,50$) que en las mieles paraguayas ($120,91 \pm 38,67$). A diferencia de las mieles checas de *A. mellifera*, en las mieles argentinas y paraguayas de *T. fiebrigi* no se correlacionaron los contenidos de flavonoides y de polifenoles con sus TEACs, por lo cual puede pensarse en otro sistema antioxidante para estas mieles, o modificaciones basadas en otros componentes no evaluados en el presente trabajo. El contenido de polifenoles se correlacionó con el contenido de flavonoides ($r = -0,435$, $p < 0,01$) y con el contenido de humedad ($r = -0,366$, $p < 0,05$).

Las mieles argentinas y paraguayas mostraron mayor actividad antibacteriana contra *S. aureus* (6,25 a 50 g/100 mL) que contra *E. coli* (50 g/100 mL). Dieciséis mieles presentaron una CIM de 50 g/100 mL frente a *E. coli*, y dos mieles fueron bacteriostáticas a la misma concentración; mientras que frente a *S. aureus* una miel inhibió el crecimiento bacteriano a una concentración de 6,25 g/100 mL, seis mieles presentaron una CIM de 12,5 y una miel inhibió a una concentración de 25 g/100 mL, y el resto mostró una CIM de 50 g/100 mL, con dos mieles bacteriostáticas a la misma concentración. Estos valores son mayores que los encontrados en mieles de otras especies de abejas sin aguijón de Guatemala 2,5 a 10% (v/v) (27).

La elevada humedad (22,20–27,80 g agua/100 g miel) podría ser necesaria para disminuir la presión osmótica de la miel y permitir el desarrollo selectivo de algún microorganismo, el cual a su vez aumenta la acidez de la miel y ocasiona otros cambios metabólicos que podrían correlacionarse con su actividad antioxidante y antibacteriana, ya que su relación con el contenido de flavonoides y de polifenoles no fue significativa en las mieles de *T. fiebrigi*. Por ejemplo, al investigar las reservas de alimentos en una colmena de *M. fasciata*, se encontraron asociaciones con varias especies de *Bacillus* (*B. alvei*, *B. circulans*, *B. megaterium*) metabólicamente activas, productoras de enzimas que podrían aumentar la digestibilidad y de inhibidores de hongos y otras bacterias, como de ciertos ácidos grasos y antibióticos (28). Esta asociación de una bacteria esporulada con una abeja sin aguijón, indicó la presencia de algún mecanismo para controlar el deterioro de los alimentos de meliponinos. Sin embargo, no siguieron los estudios sugeridos para determinar si las abejas obreras de *M. fasciata* inoculan microorganismos para transformar, enriquecer o conservar la miel, el polen y el alimento para la cría de la colmena, así como en la industria de la fermentación. La presencia de *Bacillus* sp. sólo se observó en algunas diluciones de miel en las placas sembradas con *S. aureus*, pero no en las placas de *E. coli*. Podría sugerirse que *E. coli* inhibe el crecimiento

del *Bacillus* sp. presente en la miel; mientras que a menores concentraciones de la miel y en presencia de *S. aureus* el *Bacillus* sp. creció. Podría inferirse que cada especie de abeja sin aguijón debería ser estudiada rigurosamente para conocer sus asociaciones con microorganismos y explicar las mieles fermentadas, con su elevada humedad y acidez comparados con los estándares argentinos para *A. mellifera*, donde se permite un máximo de 18% de humedad y una acidez máxima hasta 40 meq/kg de miel (29). La composición química de la miel de abejas puede variar según la especie floral que se utiliza como fuente del néctar (10), y también su origen entomológico (27) (30). Por un lado, el procesamiento de la miel puede diferir según el sistema enzimático de las abejas sin aguijón, su forma de almacenamiento y los microorganismos asociados a sus transformaciones (28). Por otro lado, la especie de abeja puede tener preferencias botánicas en sus visitas (31).

Conclusiones

Se puede concluir que las 18 mieles de yateí analizadas presentaron capacidad antioxidante con contenidos de flavonoides entre 4,00 y 45,44 mg EQ/100 g miel, y de polifenoles entre 125,17 y 431,20 mg EAG/100 g miel; sin embargo, no existen diferencias significativas según su origen geográfico. La capacidad antioxidante fue significativamente mayor en las mieles de Argentina (160,15) que en las mieles de Paraguay (120,91), y varió entre 57,81 y 323,70 μ moles ET/100 g miel, la cual no se correlacionó con el contenido de flavonoides y de polifenoles de la miel de *T. fiebrigi*. La actividad antibacteriana fue mayor contra *S. aureus* (CIM 6,25–50 g/100 mL), que en *E. coli* la (CIM 50 g/100 mL); sin embargo, se observó crecimiento de *Bacillus* sp. en las placas sembradas con *S. aureus*, pero no en las placas con *E. coli*.

AGRADECIMIENTOS

Las abejas fueron identificadas por el Prof. JMF Camargo del Departamento de Biología de la Universidad de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil. A la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones por el apoyo para el estudio de la miel de yateí. A la Prof. B Nieves de la Universidad de Los Andes, por su colaboración con el laboratorio de microbiología, y a las profesoras AC González y F Gil, por la revisión crítica del manuscrito.

A los meliponicultores que permitieron recolectar estas mieles: Koenig, E. (Montecarlo, Argentina) y Saint Paul, A. y Suárez, A. (Encarnación y Coronel Bogado, Paraguay).

Al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes, CVI-ADG-FA-04-97 y CVI-ADG-M-09-05 por el financiamiento recibido.

CORRESPONDENCIA

PROF. PATRICIA VIT

Apiterapia y Bioactividad,

Departamento Ciencia de los Alimentos,

Facultad de Farmacia y Bioanálisis,

Universidad de Los Andes, MÉRIDA, Venezuela.

E-mail: vit@ula.ve

Referencias bibliográficas

1. Michener CD. The Bees of the World. Baltimore: The Johns Hopkins University Press; 2000.
2. Fernández Díaz CI, Tricio AE. Abejas nativas sin aguijón: recopilación de nombres populares en Argentina, Brasil y Paraguay. III Jornadas de Investigación Científica y Tecnológica. Posadas: Universidad Nacional de Misiones; 2005.
3. Camargo JMF, Pedro SRM. Meliponini Lepeletier 1836. En: Moure JS, Urban D, Melo GAR, editors. Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia; 2007. p. 272-578.
4. Tricio AE, Walantus LH, Fernández Díaz CI. Miel de Yateí: Potencialidad Productiva. VIII Jornada de Iniciação Científica (JICC), VIII Seminário Anual de Ensino, Pesquisa e Extensao (SAEPE), I Encontro Internacional sobre Disseminação Tecnológica e Empreendedora. Paraná: CEFET-PR; 2004.
5. Cebolla Badie MV. La miel en la cultura mbya-guaraní. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona; 2004.
6. Vit P, Rodríguez-Malaver A, Almeida D, Souza BA, Marchini LC, Fernández Díaz C, *et al.* A scientific event to promote knowledge regarding honey from stingless bees: 1. Physical-chemical composition. *Magistra* 2006; 18 (4): 270-6.
7. Vit P, Medina M, Enriquez ME. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World* 2004; 85 (1): 2-5.
8. Almeida D, Marchini LC, Rodríguez-Malaver A, Souza BA, Vit P. IV Concurso Nacional de Mieles. En: Vit P, editora. Denominaciones de Origen de la Miel de Abejas en Venezuela. IV Concurso Nacional de Mieles. I Concurso Internacional de Miel de Meliponini. Mérida: APIBA-CDCHT, Universidad de Los Andes; 2005. p. 15-37.
9. Rafecas M. Antioxidantes para una mejor calidad de vida. *Rev Acofar* 2006; 454: 28-30.
10. Frankel S, Robinson GE, Berenbaun MR. Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. *J Apic Res* 1998; 37: 27-31.
11. Dailey LA, Imming P. "12-Lipoxygenase: classification, possible therapeutic benefits from inhibition, and inhibitors". *Curr Med Chem* 1999; 6: 389-98.
12. Gheldof N, Wang XH, Engeseth NJ. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J Agric Food Chem* 2002; 50 (21): 5870-7.
13. Larson RA. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry* 1998; 27: 969-78.
14. Hudson B. Food antioxidants. London: Elsevier Applied Science; 1990.
15. Hall CA, Cuppet SL. Structure-activities of natural antioxidants. In: Aruoma OI, Cuppet SL, editors. Antioxidant methodology *in vivo* and *in vitro* concepts. Champaign, IL: AOCS Press; 1997.
16. Pérez RA, Iglesias MT, Pueyo E, González M, de Lorenzo C. Amino acid composition and antioxidant capacity of Spanish honeys. *J Agric Food Chem* 2007; 55(2): 360-5.
17. USDA. US Department of Agriculture. Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. Release 2.1. Nutrient Data Laboratory. Beltsville Human Nutrition Research Center. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture; Beltsville: USDA; 2007.
18. Bogdanov S, Martin P, Lullmann C. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie* 1997; 28 (special issue): s1-s59.
19. Instruction Manual. C221 Honey Color Analyzer. Woonsocket, Rhode Island: Hanna Instruments, Inc.
20. Woisky R, Salatino A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. *J Apic Res* 1998; 37: 99-105.
21. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. *Meth Enzymol* 1999; 299: 152-78.
22. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans A. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med* 1999; 26 (9/10): 1231-7.
23. Clinical and Laboratory Standards Institute. (CLSI). (2008). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Fifteenth Informational Supplement M100-S18, 25 (1) 177.
24. Fangio M, Lurlina M, Fritz R. Actividad antimicrobiana de mieles del sudeste de la provincia de Buenos Aires frente a *Escherichia coli*. *Rev Argent Microbiol* 2007; 39 (2): 1-6.
25. Taormina P, Niemira B, Beauchat L. Inhibitory activity of honey against foodborne pathogens as influenced by the presence of hydrogen peroxide and level of antioxidant power. *Int J Food Microbiol* 2001; 69: 217-25.
26. Vit P, Gutiérrez MG, Titera D, Bednar M, Rodríguez-Malaver AJ. Mieles checas categorizadas según su actividad antioxidante. *Acta Bioquím Clín Latinoam* 2008; 42 (2): 237-44.
27. Dardón MJ, Enriquez E. Caracterización físico-química y antimicrobiana de la miel de nueve especies de abejas sin aguijón (Meliponini) de Guatemala. *Inter-ciencia* 2008; 33 (12): 916-22.

28. Gilliam M, Roubik DW, Lorenz BJ. Microorganisms associated with pollen, honey, and brood provisions in the nest of a stingless bee, *Melipona fasciata*. *Apidologie* 1990; 21(2): 89-97.
29. Código Alimentario Argentino. Capítulo X. Alimentos Azucarados. Miel. Fecha de acceso: 31 de julio de 2008. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/codigo/CAPITULO_X_Azucarados_actualiz_06-03.pdf
30. Vit P, Persano Oddo L, Marano ML, Salas de Mejías E. Venezuelan stingless bee honeys characterised by multivariate analysis of compositional factors. *Apidologie* 1998; 29: 377-89.
31. Biesmeijer JC, Slaa J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. *Apidologie* 2006; 37: 240-58.

Aceptado para su publicación el 24 de febrero de 2009