

Caracterización físicoquímica de miel de angelita *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) producida en Esmeraldas, Ecuador

Patricia, Vit ^{1,2}, Isbelia, González ³; Lita, Sorroza ⁴; Silvia, R.M. Pedro ⁵

Resumen

En Ecuador la megabiodiversidad está presente también en las mieles producidas en potes de cerumen, las cuales no están incluidas en las normas técnicas de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización NET INEN 1572. Las normas de miel sólo se refieren a la miel producida por la abeja comercial *Apis mellifera*. “Angelita” es el nombre étnico de la abeja sin aguijón *Tetragonisca angustula* en Ecuador y en otros países latinoamericanos. A fin de singularizar las mieles de *T. angustula*, se realizó su caracterización físicoquímica según los métodos clásicos de indicadores de calidad en las normas para miel de abejas. El contenido de nitrógeno se determinó por microKjeldahl. Son mieles claras de color ámbar entre 75 y 102 unidades Pfund. La composición físicoquímica varió así: acidez libre 22,50 – 25,20 meq/kg, azúcares reductores 56,43 – 63,83 g/100g, cenizas 0,50 – 0,16 g/100 g, color 75 – 102 unidades Pfund, hidroximetilfurfural 0,44 – 1,41 mg/kg, humedad 23,1 – 25,2 g/100 g, nitrógeno 33,66 – 85,78 mg/100 g, pH 3,66 – 4,22, sacarosa aparente 1,46 – 2,36 g/100 g y sólidos insolubles en agua 0,03 – 0,07 g/100g.

Palabras Clave: análisis físicoquímicos; angelita; Ecuador; miel; *Tetragonisca angustula*.

Physicochemical characterization of “angelita” *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) honey produced in Esmeraldas, Ecuador

Abstract

In Ecuador the mega-biodiversity is also present in the honey produced in cerumen pots, which are not included in the technical quality norms of the Ecuadorian Institute of Norms NET INEN 1572. The honey norms only refer to the honey produced by the commercial honey bee *Apis mellifera*. “Angelita” is the ethnic name of the stingless honey bee *Tetragonisca angustula* in Ecuador and in other Latin-American countries. In order to single out the honey of *T. angustula*, its physicochemical characterization was carried out according to conventional methods of quality indicators in standards for honey. The nitrogen content was determined by microKjeldahl. These are clear amber color honeys from 75 to 102 Pfund units. The physicochemical composition varied as follows: free acidity 22.50 – 25.20 meq/kg, reducing sugars 56.43 – 63.83 g/100g, ash 0.50 – 0.16 g/100 g, color 75 – 102 Pfund units, hydroxymethylfurfural 0.44 – 1.41 mg/kg, moisture 23.1 – 25.2 g/100 g, nitrogen 33.66 – 85.78 mg/100 g, pH 3.66 – 4.22, apparent sucrose 1.46 – 2.36 g/100 g and water insoluble solids 0.03 – 0.07 g/100g.

Keywords: physicochemical analysis; angelita; Ecuador; honey; *Tetragonisca angustula*.

Recibido: 1 de julio de 2015
Aceptado: 20 de abril de 2016

¹Licenciada en Biología, MSc Ciencia de Los Alimentos, Doctor of Philosophy, Coordinadora del Grupo Apiterapia y Bioactividad, Departamento Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Profesora Jubilada de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. vitolivier@gmail.com

²Licenciada en Biología, MSc Ciencia de Los Alimentos, Doctor of Philosophy, Profesora Asociada Honoraria en la Disciplina de Ciencias Biomédicas, Escuela de Ciencias Médicas, The University of Sydney, Sydney, Australia. vitolivier@gmail.com

³Farmacéutica, MSc Biotecnología de Microorganismos, Departamento Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Profesora Jubilada de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. gisbelia@yahoo.com

⁴Ingeniera Acuicultora, Licenciada en Ciencias del Mar, Doctora en Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria, Coordinadora de la Carrera de Ingeniería Acuícola, Profesora Auxiliar, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador. slita@utmachala.edu.ec

⁵Especialista de Laboratorio, Curso Técnico Profesionalizante en Bioquímica, Graduación en Ciencias Biológicas, Maestría en Ciencias Entomológicas, Doctora en Ciencias Entomológicas, Departamento de Biología, Facultad de Filosofía, Ciencia y Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil. silviamp@ffclrp.usp.br

I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador y Venezuela hay normas de calidad sólo para la miel de abejas producida por la abeja *Apis mellifera* (INEN, 1988; COVENIN, 1984a,b). En Venezuela las normas no han sido revisadas desde el año 1984 y en Ecuador hay una revisión en curso; sin embargo, también se produce y se comercializa la miel de abejas sin aguijón. Estas abejas habitan en las regiones tropicales y subtropicales del planeta (Crane, 1990), pertenecen a la tribu Meliponini, y están representadas por un poco más de 400 especies en el Neotrópico (Camargo y Pedro, 2007). En Colombia, la norma de miel fue revisada en el año 2006, cuando se incluyó un anexo para las mieles producidas por abejas nativas (ICONTEC, 2007) y Brasil es el único país que cuenta con una norma estatal para miel producida por abejas del género *Melipona*, en el estado de Bahía (ADAB, 2014).

El primer registro de abejas sin aguijón fue publicado en el año 1557 por el mercenario alemán Hans Staden en Brasil (Engels, 2009). Las abejas del género *Tetragonisca* son las más extendidas en la geografía neotropical, desde México hasta el norte de Argentina (Camargo y Pedro, 2007). En la Provincia de Esmeraldas en Ecuador, esta abeja se conoce como “angelita”.

Apenas hay un estudio de composición de mieles de pote ecuatorianas en una tesis de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador, del año 1989 (Chieruzzi Löwenstein, 1989), donde se incluye la miel producida por la abeja *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811). Su composición ha sido estudiada también en Venezuela (Vit, 1997), Guatemala (Dardón y Enríquez, 2008), Colombia (Fuenmayor et al., 2012), Bolivia (Ferrufino y Vit, 2013) y Brasil (Almeida Muradian, 2013). Estos estudios son indispensables para recomendar los estándares de calidad, tan necesarios para promover su comercialización e impulsar la meliponicultura de Ecuador, ya que la miel de angelita tiene numerosos usos medicinales, siendo el más notable su aplicación oftálmica tópica para tratar pterigios y cataratas oculares (Vit, 2004; Vit et al., 2004).

En esta investigación se caracterizaron diez indicadores de calidad fisicoquímica en cuatro mieles ecuatorianas de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), recolectadas en la provincia de Esmeraldas.

II. DESARROLLO

1. Materiales y Método

Abejas

Se recolectaron unas 10 abejas en la entrada de las colmenas y se conservaron en alcohol isopropílico durante su transporte, luego se evaporó el alcohol a temperatura ambiente y se conservaron en papel dentro de una caja rígida con algodón antes de su envío a Brasil, para su identificación entomológica en el Departamento de Biología de la Facultad de Filosofía, Ciencia y Letras, en la Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

Miel

Se recolectaron aproximadamente 50 g de miel por compresión de potes de cerumen de la reserva de miel en cuatro nidos de la abeja “angelita” *Tetragonisca angustula*, San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, desde diciembre 2014 hasta junio 2015, la cual se almacenó en envase plástico hermético y se congeló hasta su análisis.

Análisis físico-químicos

Se evaluó color en unidades Pfund, con el colorímetro Hanna Honey Color 221; pH y acidez libre por método titrimétrico; humedad por método refractométrico; azúcares reductores y sacarosa aparente, por el método de Lane y Eynon; cenizas por incineración y gravimetría según se indica en las normas para miel de abejas (INEN, 1988; COVENIN, 1984b). El contenido de nitrógeno se midió por microKjeldahl (Vit, 1987). Se realizaron mediciones espectrofotométricas de hidroximetilfurfural, según la norma chilena (INN, 2006). Y los sólidos insolubles por gravimetría según la norma brasilera (Brasil, 2000).

Análisis estadísticos

Se realizó estadística descriptiva con medias \pm desviación estándar, utilizando SPSS 12.0.

2. Resultados

En la Tabla 1 se presenta la composición fisicoquímica de la miel de *Tetragonisca angustula* recolectada en la provincia de Esmeraldas.

3. Discusión

La especie *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) está extendida desde México hasta Brasil y *Tetragonisca bulchwaldi* (Friese, 1925), es una especie nativa de esta región ecuatoriana (Camargo y Pedro, 2007); sin embargo, no corresponde a la especie de San Lorenzo. Si bien la abeja “angelita” de este trabajo se identificó como *Tetragonisca*.

Tabla 1. Composición fisicoquímica de la miel de angelita *Tetragonisca angustula* (n=4)

Indicadores de calidad (unidades)	Media ± DE	Min - Max
Acidez libre (meq/kg)	23,83 ± 1,24	22,50 – 25,20
Azúcares reductores (g/100 g)	60,18 ± 3,35	56,43 – 63,83
Cenizas (g/100 g)	0,36 ± 0,15	0,50 – 0,16
Color (unidades Pfund)	87,5 ± 11,96	75 – 102
Hidroximetilfurfural (mg/kg)	1,21 ± 0,91	0,44 – 1,41
Humedad (g/100 g)	23,83 ± 1,24	23,1 – 25,2
Nitrógeno (mg/100 g)	61,21 ± 24,12	33,66 – 85,78
pH	3,95 ± 0,25	3,66 – 4,22
Sacarosa aparente (g/100 g)	2,00 ± 0,39	1,46 – 2,36
Sólidos insolubles (g/100 g)	0,06 ± 0,02	0,03 – 0,07

angustula (Latreille, 1811), es probable que hay una especie nueva *Tetragonisca* sp. gr. *angustula*, según hipótesis de distribución al oeste de Los Andes por el Profesor JMF Camargo[†] (comunicación personal). Las especies nuevas sólo pueden nombrarse luego de una revisión taxonómica extensiva del grupo, incluyendo información morfológica, biológica y molecular. Cabe destacar que esta especie tiene hábitos antrópicos y es cultivada en Colombia. Considerando que la provincia de Esmeraldas limita con la frontera colombiana, podría tratarse de una especie introducida para la meliponicultura.

En la revisión de composición de miel de pote para sugerir estándares de calidad para diversas especies de abejas sin aguijón (Souza et al., 2006), se incluyó la miel de *Tetragonisca angustula* de Brasil, México y Venezuela (Vit et al., 2004), se usaron diez referencias, de los cuales siete se evaluaron en el presente trabajo para acidez libre (7,7 – 109,0 meq/kg), azúcares reductores (58,0 – 70,0 g/100 g), cenizas (0,38 a 0,45 g/100 g), HMF (5,0 a 39,1 mg/kg), humedad (23,2 – 26,7 g/100 g), nitrógeno (142,27 a 144,00, mg/100 g), pH (3,69 a 4,35), y sacarosa aparente (2,1 – 2,4 g/100 g). Otros tres parámetros indicadores de la calidad de la miel, no evaluados aquí son la actividad de la diastasa (17,9 – 23,0 ND), la actividad de la invertasa (50,1 UI) y la conductividad eléctrica (0,78 – 7,32 mS/cm). Las variables de color (unidades Pfund), y sólidos insolubles en agua (g/100 g) no se consideraron en esa revisión. Los valores de la revisión presentan un rango más amplio y son ligeramente mayores que en las mieles ecuatorianas de *Tetragonisca angustula*,

según valores de la Tabla 1 para acidez libre (22,50 – 25,20 meq/kg), azúcares reductores (56,43 – 63,83 g/100 g), cenizas (0,16 – 0,50 g/100 g), HMF (0,44 – 1,41 mg/kg), humedad (23,1 – 25,2 g/100 g), nitrógeno (33,66 – 85,78 mg/100 g), pH (3,66 – 4,22), y sacarosa aparente (1,46 – 2,36 g/100 g).

Los resultados obtenidos en este trabajo se compararon con indicadores de calidad en la norma ecuatoriana para Miel de Abejas (INEN, 1988) y con la norma venezolana para Miel de Abejas (COVENIN, 1984b), que se refieren a miel de *Apis mellifera*: 1. Humedad (max 20%). 2. Azúcares reductores (min 65 %). 3. Sacarosa aparente (max 5%). 4. Acidez libre (max 50 meq/kg 1, max 4 meq/100 g 3). 5. Cenizas (max 0,5 %). 6. Hidroximetilfurfural (max. 40 mg/kg 1, negativo 3). Además del color, el contenido de nitrógeno y de sólidos insolubles que no figuran en la norma ecuatoriana (INEN, 1988) ni en la norma venezolana (COVENIN, 1984b) para miel de abejas.

En la Tabla 2 se presenta una síntesis de parámetros evaluados en investigaciones previas sobre la composición de miel de *Tetragonisca angustula* por (Chieruzzi Löwenstein (1989) en Ecuador, Vit (1997) en Venezuela, Dardón y Enríquez (2008) en Guatemala, Fuenmayor et al. (2012) en Colombia, Ferrufino y Vit (2013) en Bolivia, y Almeida-Muradian (2013) en Brasil.

Al comparar la Tabla 1 con la Tabla 2, se puede observar que estas mieles de angelita cumplen con el requisito de la norma NTE INEN 1572 (INEN, 1988) para un máximo de acidez libre de 50 mg/kg, e inclusive de la norma venezolana COVENIN 2194-84 (COVENIN, 1984b) que permite un máximo de 40 meq/kg miel. Las mieles ecuatorianas presentaron una acidez libre de 23,83 ± 1,24 meq/kg, similar a las de Guatemala, aproximadamente la mitad que las mieles de Venezuela, Colombia, Bolivia y Brasil. Para efectos de la norma se sugiere mantener el máximo de acidez libre en 50 mg/kg, mientras se justifique un valor menor en futuras investigaciones con miel de angelita ecuatoriana recolectada en otras provincias del Ecuador. La norma ecuatoriana permite un máximo de 50 meq/kg miel mientras que El pH no aparece en las normas de calidad (INEN, 1988; COVENIN, 1984b), pero cuando se mide la acidez libre se puede medir el pH de inicio para tener un descriptor adicional. Las variaciones de pH observadas para estas mieles presentaron un rango entre 3,95 y 5,18.

Tabla 2. Indicadores de calidad de miel de *Tetragonisca angustula* producida en Ecuador, Venezuela, Guatemala, Colombia, Bolivia y Brasil.

Indicadores de calidad (unidades)	Países de origen de la miel de "angelita"					
	Ecuador (Chieruzzi Löwenstein, 1989)	Venezuela (Vit, 1997)	Guatemala (Dardón y Enríquez, 2008)	Colombia (Fuenmayor et al., 2012)	Bolivia (Ferrufino y Vit, 2013)	Brasil (Almeida Muradian, 2013)
Acidez libre (meq/kg)	-	48,27 (4,08)	17,39 (10,35)	39,2 (22,9)	43,8	37,34 (16,74)
Azúcares reductores (g/100 g)	62,7	65,00 (2,61)	65,78	53,6	58,6	57,09 (7,83)
Cenizas (g/100 g)	-	0,38 (0,04)	0,35 (0,26)	0,205 (0,07)	0,33	0,28 (0,11)
Color (unidades Pfund)	-	-	-	49 (19)	-	-
Hidroximetilfurfural (mg/kg)	-	9,83 (5,28)	0,20 (0,00)	1,3 (2,1)	-	0,65 (0,25)
Humedad (g/100 g)	24,4	23,17 (0,37)	17,45 (2,8)	24,3 (2,3)	25,1	24,37 (0,77)
Nitrógeno (mg/100 g)	-	142,27 (3,47)	-	-	-	-
pH	-	-	5,18 (1,35)	4,2 (0,3)	4,5	-
Sacarosa aparente (g/100 g)	0,00	2,05 (0,86)	4,83	-	1,8	2,14 (1,80)
Sólidos insolubles (g/100 g)	-	-	-	-	-	0,06 (0,03)
Conductividad eléctrica (mS/cm)	-	7,32 (0,23)	-	658* (57)	-	-
Actividad diastasa (ND) ¹	-	23,00 (6,30)	12,27 (10,29)	16,7 (9,2)	-	16,93 (3,94)
Actividad invertasa (UI) ²	-	50,13 (11,53)	-	-	-	-

Los valores de la Tabla representan la media ± (DE).

*μS/cm

¹ND = Número de Diastasa.

²UI = Unidades de Invertasa.

El contenido promedio de azúcares reductores observado ($68,18 \pm 3,35$) es inferior al mínimo de 65 g/100g indicado en la norma NTE INEN 1572 (INEN, 1988), similar al valor de Colombia (Fuenmayor et al., 2012), pero inferior a Bolivia (Ferrufino y Vit, 2013), Brasil (Almeida Muradian, 2013) y Ecuador (Chieruzzi Löwenstein, 1989), los cuales tampoco cumplen con la norma, a diferencia del valor para Venezuela (Vit, 1997) y Guatemala (Dardón y Enríquez, 2008) que sí cumplen con este requisito. Este indicador de calidad muestra variaciones según el origen geográfico de la

miel de *Tetragonisca angustula*. Para el contenido de sacarosa aparente, la norma ecuatoriana (INEN, 1988) establece un máximo de 5 g/100g, el cual se cumple en todas las mieles analizadas de la Tabla 1 ($2,00 \pm 0,39$) y la Tabla 2, por lo tanto se puede mantener este requisito. El perfil de azúcares por cromatografía proporciona información sobre los tipos y sus concentraciones en las mieles (Bogdanov et al., 1996; Vit et al., 1998), lo cual no es posible con los análisis cuprimétricos de la normas para Miel de Abejas de Venezuela (COVENIN, 1984b), del Ecuador (INEN, 1988), de Brasil (Brasil, 2000), y

de Colombia (ICONTEC, 2007). Para ello, se requiere armonización con análisis cromatográficos en el futuro, a fin de obtener espectros de azúcares.

Respecto al contenido de cenizas, la norma ecuatoriana (INEN, 1988) y la norma venezolana (COVENIN, 1984b) establecen un máximo de 0,5 g/100g, el cual también se cumple en todas las mieles analizadas de la Tabla 1 ($0,36 \pm 0,15$) y la Tabla 2, por lo tanto se puede mantener este requisito de la miel de *Apis mellifera* en la miel de *Tetragonisca angustula*.

El color de la miel no figura en la norma ecuatoriana (INEN, 1988) ni en la norma venezolana (COVENIN, 1984b). En la Tabla 1 se puede observar un valor promedio de $87,5 \pm 11,96$ unidades Pfund para la miel de Ecuador y en la Tabla 2 un valor de 49 unidades Pfund para la miel de Guatemala (Dardón y Enríquez, 2008), los cuales junto con otro valor de 150 unidades Pfund para la miel de angelita peruana (Rodríguez-Malaver et al., 2009) constituyen los referenciales disponibles. Esta variación, al igual que la de otros indicadores, puede ser debida al tipo de flora visitada por las abejas y justifica aumentar el muestreo en otras provincias ecuatorianas para conocer la variabilidad de colores de mieles de *Tetragonisca angustula* en Ecuador. Las mieles de Guatemala presentaron un color ámbar más claro que las mieles de Ecuador estudiadas en este trabajo, y la miel de Perú fue la más oscura.

El hidroximetilfurfural es un indicador de calentamiento y de envejecimiento de la miel, y se permite un máximo de 40 mg/kg en la norma ecuatoriana (INEN, 1988) aunque los laboratorios oficiales del ARCSA en Ecuador no miden este parámetro en miel. En Venezuela la norma para miel de abejas (COVENIN, 1984b) tiene un referencial cualitativo con otro método, por este motivo se usó el método de la norma chilena (INN, 2006). Los valores promedio de hidroximetilfurfural ($1,21 \pm 0,91$ mg/kg) obtenidos en el actual estudio con miel ecuatoriana (Tabla 1) y en estudios previos con mieles de Venezuela (Vit, 1997), Guatemala (Dardón y Enríquez, 2008), Colombia (Fuenmayor, 2012) y Brasil (Almeida Muradian, 2013) son muy inferiores al máximo permitido en la norma ecuatoriana (INEN, 1988), lo cual justifica disminuir este valor si luego de muestrear mieles de *Tetragonisca angustula* en otras provincias de Ecuador, se mantiene esta tendencia. La experiencia previa de esta decisión fue observada en mieles de pote producidas por abejas *Melipona* en el estado de Bahia, en Brasil, donde se indica un máximo permitido de 10

mg HMF/kg miel en la norma para miel de abejas del género *Melipona* (ADAB, 2014).

La humedad es un indicador que merece especial atención ya que suele ser mayor en mieles de meliponinos que en las mieles comerciales de *Apis mellifera*, en las cuales se permite un máximo de 20 g/100 g (INEN, 1984; COVENIN, 1984b) para prevenir la fermentación post-cosecha. Nuevamente hay mucha variabilidad entre países donde se produce miel de *Tetragonisca angustula*; por ejemplo, en la Tabla 2 se puede observar que sólo Guatemala (Dardón y Enríquez, 2008) cumple con este requisito de calidad. Definitivamente será necesario aumentar el valor de este requisito para la máxima concentración de humedad permitida, según la Tabla 1 y la Tabla 2. Los promedios reportados para humedad de miel de angelita en este trabajo ($23,83 \pm 1,24$ g/100 g) y en publicaciones previas (Chieruzzi Löwenstein, 1989; Vit, 1997; Fuenmayor et al., 2012; Almeida Muradian, 2013; Ferrufino y Vit, 2013) pueden cumplir con un máximo de 25 g agua/100 g miel; sin embargo, en el análisis de mieles de pote peruanas producidas por diez especies de meliponinos, se encontraron valores superiores a los del presente estudio, con una humedad de 28,9 g/100g para la miel de angelita (Rodríguez-Malaver et al., 2009). Se reitera la necesidad de estudiar mieles de angelita producidas en otras provincias de Ecuador, porque la modificación del requisito podría ser un máximo de 30 g/100 g en caso de encontrarse valores similares a las mieles peruanas.

El contenido de nitrógeno tampoco figura como indicador de calidad en la norma ecuatoriana (INEN, 1988) ni en la venezolana (COVENIN, 1984b); sin embargo, su utilidad para controlar la autenticidad de la miel (Vit, 1987) justifica considerar su inclusión en la norma. Valores de 142,27 mg N/100 g miel en Venezuela (Vit, 1997) y de $61,21 \pm 24,12$ mg N/100 g miel en el actual estudio, permiten observar la variabilidad de este parámetro en las mieles de *Tetragonisca angustula*.

El contenido de $0,06 \pm 0,02$ g de sólidos insolubles en agua/100 g miel encontrado en la Tabla 1, coincide con el publicado para las mieles de Brasil (Almeida Muradian, 2013). La norma estatal de Bahia (ADAB, 2014) sugiere un máximo de 0,1g/100g, lo cual se cumple. Se recomienda incluir este indicador en la norma ecuatoriana para miel porque es sencillo de medir, es indicador de higiene y permite conocer el tipo de extracción (succión, decantación o prensado).

En algunos estudios se logró medir la conductividad

eléctrica de la miel, la cual es directamente proporcional al contenido de cenizas en la miel. En la Tabla 2 se muestran referenciales de conductividad eléctrica para mieles de Venezuela (Vit, 1997) y de Colombia (Fuenmayor et al., 2012). Este parámetro no figura en las normas para miel de abejas de Ecuador (INEN, 1988) ni de Venezuela (COVENIN, 1984b), pero es valioso incluirlo ya que su medición es más sencilla que la de cenizas.

La evaluación de la actividad de la enzima diastasa fue realizada en las caracterizaciones de mieles producidas en Venezuela (Vit, 1997), Guatemala (Dardón y Enríquez, 2008) y Colombia (Fuenmayor et al., 2012), donde se obtuvieron valores del número de diastasa (ND) comprendidos entre 12,27 y 23,00. La actividad de la invertasa sólo se midió en las mieles de angelita producidas en Venezuela (Vit, 1997), con un referencial de 50,13 unidades de invertasa (UI). Al igual que la concentración del hidroximetilfurfural, la actividad enzimática se usa como indicador del grado de frescura de la miel y de calentamiento, pero su comportamiento es inverso, el HMF aumenta con el tiempo y en mieles calentadas, mientras que la actividad de las enzimas disminuye a medida que envejecen las mieles y en las mieles calentadas.

Tratándose de mieles medicinales usadas para tratar cataratas oculares (Vit y Jacob, 2008); además de la caracterización con indicadores de calidad de la miel de angelita, es necesario identificar el origen botánico (Vit y Ricciardelli D'Albore, 1994; Vit, 2005) junto con la evaluación de indicadores de bioactividad mediante perfiles de compuestos fenólicos (Vit et al., 1997; Vit y Tomás-Barberán, 1998), mediciones de actividad antioxidante (Vit et al., 2009) y asociaciones con bioelementos presentes en la miel (Vit et al., 2010). Asimismo, es importante considerar los efectos de la forma de extracción y el almacenamiento de la miel (Ríos et al., 2001) para optimizar sus propiedades medicinales.

Considerando la megabiodiversidad de meliponinos ecuatorianos, con 89 especies en apenas tres de sus provincias sureñas de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe (Ramírez et al., 2013), cabe destacar la complejidad del estudio de sus mieles producidas en pote, donde la presente caracterización aporta información para

una de esas especies de abejas neotropicales, la *Tetragonisca angustula*. Una vez más se demuestra la necesidad del control de calidad de la miel de pote producida por abejas sin aguijón (Vit et al., 2006). Si bien son las abejas más antiguas del planeta (Vit, 2010; Engel y Michener, 2013), las mieles precolombinas presentes en los saberes ancestrales de Latinoamérica, aún no tienen requisitos de calidad en las normas de ningún país tropical donde se producen (Vit, 2008); sin embargo, forman parte de la farmacopea popular con sus tradicionales usos medicinales (Vit et al., 2015).

En Ecuador, la *Tetragonisca angustula* es muy abundante en diversas provincias donde hace nidos en zonas urbanas (P. Vit, observación personal) (Vit, 2015), pero la producción de miel requiere de capacitación para el manejo de las colmenas, quizás por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador (MAGAP), a fin de optimizar el rendimiento y promover su industrialización. Como indica el Viceministro del MAGAP, la apicultura y la meliponicultura han sido actividades agropecuarias que no han recibido la atención que merecen en el Ecuador (P. Jácome Estrella, comunicación personal). Una mujer meliponicultora de la provincia de Esmeraldas es quizás la depositaria del saber ancestral para cuidar la angelita en Ecuador: la Sra. Marlenis Valencia, quien mantiene esta abeja en colmenas especialmente diseñadas para ese tamaño de abejas y de potes de miel (P. Vit, observación personal) (Vit, 2015). La inclusión de las mieles de pote en una norma ecuatoriana para tal fin, también implica la inclusión y la participación en la economía nacional de quienes cuidan estas abejas y su biodiversidad.

III. CONCLUSIONES

Las caracterización de la miel de pote producida por la abeja sin aguijón *Tetragonisca angustula* de la provincia de Esmeraldas, es la primera contribución para las autoridades de normalización ecuatorianas para la elaboración de la norma de calidad "Miel de Pote". El inicio de esta base de datos permitirá expandir el alcance de la norma de control de calidad de miel de abejas NTE INEN 1572 (INEN, 1988) producida por las diferentes

especies de abejas sin aguijón de Ecuador. La riqueza entomológica de las mieles ecuatorianas permite valorizar su megabiodiversidad.

V. REFERENCIAS

- ADAB. Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia. (2014). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão, gênero *Melipona* (pp. 1-9), Bahia, Brasil: Portaria ADAB N° 207 DE 21/11/2014.
- Almeida-Muradian, L.B. (2013). *Tetragonisca angustula* pot-honey compared to *Apis mellifera* honey from Brazil. En: P. Vit, S.E.M. Pedro, D.W.Roubik (Eds.), Pot-honey. A legacy of stingless bees (pp. 375–382), New York, USA: Springer.
- Bogdanov, S., Vit, P., Kilchenmann, V. (1996). Sugar profiles and conductivity of stingless bee honeys from Venezuela. *Apidologie*. 27(5), 445-450.
- Brasil. (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Legislação. SisLegis – Sistema de Consulta à Legislação. Instrução Normativa n.11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Available at <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta>
- Camargo, J.M.F.; Pedro S.R.M. (2007). Meliponini Lepeletier 1836. En: J.S. Moure, D. Urban, G.A.R. Melo (Eds.), Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region (pp. 272-578), Curitiba, Brasil: Sociedade Brasileira de Entomologia [versión online <http://moure.cria.org.br/catalogue?id=34135> actualizada 17 jun 2013, consultada 14 oct 2015].
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1984a). Miel de Abejas. Métodos de Ensayo. COVENIN 2136-84 (pp. 1-36), Caracas: Fondonorma.
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1984b). Miel de Abejas. COVENIN 2194-84 (pp. 1-5), Caracas: Fondonorma.
- Crane, E. (1990). Bees and Beekeeping. Science, Practice and World Resources (pp. 614), Bath, UK: Heinemann Newnes, pp. 614.
- Chieruzzi Löwenstein, M.C. (1989). Etnomeliponicultura y análisis químico de las mieles de cinco especies de abejas sin aguijón (Meliponinae). Tesis para Licenciatura de Biología. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica de Ecuador. 192 pp.
- Dardón, M.J., Enríquez, E. (2008). Caracterización fisicoquímica y antimicrobiana de la miel de nueve especies de abejas sin aguijón (Meliponini) de Guatemala. *Interciencia* 33: 916–922.
- Engel, M.S., Michener, C.D. (2013). Geological history of the stingless bees (Apidae: Meliponini). En P. Vit, D.W. Roubik (Eds.) Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots. (pp. 1-7), Mérida, Venezuela: Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35292>
- Engels, W. (2009). The first record on Brazilian stingless bees published 450 years ago by Hans Staden. *Genetics and Molecular Research* 8 (2), 738-743.
- Ferrufino, U., Vit, P. (2013). Pot-honey of six species of Meliponini from Amboró National Park in Bolivia. En: P. Vit, S.R.M. Pedro, D.W.Roubik (Eds.), Pot-honey. A legacy of stingless bees (pp. 409-416), New York, USA: Springer.
- Fuenmayor, C.A., Zuloaga-Domínguez, C.M., Díaz-Moreno, A. C., Quicazán, M.C. (2012). ‘Miel de angelita’: Nutritional composition and physicochemical properties of *Tetragonisca angustula* honey. *Interciencia* 37(2): 142-147.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Norma Técnica Colombiana. Miel de Abejas. NTC 1273. ICONTEC (pp. 1-6), Bogotá, Colombia: ICONTEC.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1988). Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria. Miel de Abejas, Requisitos. NTE INEN 1572 (pp. 1-4), Quito, Ecuador: INEN.
- INN. Instituto Nacional de Normalización. (2006). Miel de Abejas. Determinación del contenido de hidroximetilfurfural. Método de espectrofotometría UV. NCh3046-2006 (pp. 1-6). Puerta Sur de Santiago, Chile: INN PTI CORFO.
- Ramírez, J.A., Ureña, J., Camacho, A. (2013). Las abejas sin aguijón de la Región Sur del Ecuador (119 pp.), Loja, Ecuador: Consejo Nacional de Educación Superior.
- Ríos, A.M., Novoa, M.L., Vit, P. (2001). Effects of extraction, storage conditions and heating

- treatment on antibacterial activity of *Zanthoxylum fagara* honey from Cojedes, Venezuela. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ*. XI(5), 397-402.
- Rodríguez-Malaver, A.J., Rasmussen, C., Gutiérrez, M.G., Gil, F., Nieves, B., Vit, P. (2009). Properties of honey from ten species of Peruvian stingless bees. *Natural Product Communications* 4(9), 1221-1226.
- Souza, B., Roubik, D., Barth, O., Heard, T., Enríquez, E., Carvalho, C., Villas-Boas, J., Enríquez, E., Marchini, L., Locatelli, J., Persano-Oddo, L., Almeida-Muradian, L. Bogdanov, S., Vit, P. (2006). Composition of stingless bee honey: Setting quality standards. *Interciencia* 31(12), 867-875.
- Vit, P. (1987). Utilidad de la determinación del contenido de nitrógeno en el control de calidad de mieles venezolanas. *Acta Científica Venezolana* 38 (4), 511–512.
- Vit, P. (1997). Quality factors and approach to the putative anticataract properties of stingless bee (*Apidae*; *Meliponinae*) honey from Venezuela”. PhD Thesis, School of Pure and Applied Biology. Cardiff, UK: University of Wales, 233 pp.
- Vit, P. (2004). Stingless bee honey and the treatment of cataracts. En P. Munn, R. Jones (Eds.), *Honey and Healing* (pp. 37-40), Cardiff, UK: International Bee Research Association.
- Vit, P. (2005). *Melissopalynology, Venezuela* (205 pp.) Mérida, Venezuela: APIBA-CDCHT, Universidad de Los Andes.
- Vit, P. (2008). La miel precolombina de abejas sin aguijón (*Meliponini*) aún no tiene normas de calidad. *Revista Boletín Centro Investigaciones Biológicas* 42(3), 415-423.
- Vit, P. (2010). Estudio incesante de *Meliponini* al estilo de JMF Camargo. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel* 41(1), 50-60.
- Vit, P. (2015). Valorización de mieles de pote producidas por abejas *Meliponini* en Ecuador. Ecuador: Proyecto Prometeo – Universidad Técnica de Machala.
- Vit, P., Enríquez, E., Barth, O.M., Matsuda AH, Almeida-Muradian LB. (2006). Necesidad del Control de Calidad de la Miel de Abejas sin Aguijón. *MedULA* 15, 789-796.
- Vit, P., Fernández-Maeso, M.C., Ortiz-Valbuena, A. (1998). Potential use of the three frequently occurring sugars in honey to predict stingless bee entomological origin. *Journal of Applied Entomology* 122(1), 5-8.
- Vit, P., Gutiérrez, M.G., Rodríguez-Malaver, A.J., Aguilera, G., Fernández-Díaz, C., Tricio, A.E. (2009). Comparación de mieles producidas por la abeja yateí (*Tetragonisca fiebrigi*) en Argentina y Paraguay. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* 43(2), 219-226.
- Vit, P., Jacob, T. (2008). Putative anticataract properties of honey studied by the action of flavonoids on a lens culture model. *Journal of Health Science* 54(2), 196-202.
- Vit, P., Medina, M., Enríquez, E. (2004). Quality standards for medicinal uses of *Meliponinae* honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World* 85(1), 2-6.
- Vit, P., Ricciardelli D’Albore, G. (1994). *Melissopalynology for stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) in Venezuela*. *Journal of Apicultural Research* 33(3), 145-154.
- Vit, P., Rodríguez-Malaver, A., Rondón, C., González, I., García, M.Y., Di Bernardo M.L. (2010). Bioactive indicators related to bioelements of eight unifloral honeys *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 60(4); 405-410.
- Vit, P., Soler, C., Tomás-Barberán, F.A. (1997). Profiles of phenolic compounds of *Apis mellifera* and *Melipona* spp. honeys from Venezuela. *Zeitung Lebensmittel Unters Forschung* 204(1), 43-47.
- Vit, P., Tomás-Barberán, F.A. (1998). Flavonoids in *Meliponinae* honey from Venezuela, related to their botanical, geographical and entomological origin to assess their putative anticataract properties. *Zeitung Lebensmittel Unters. Forschung* 206(4), 288-293.
- Vit, P., Vargas, O., López, T.V., Maza, F. (2015). *Meliponini* biodiversity and medicinal uses of pot-honey from El Oro province in Ecuador. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(6), 502-506.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA), por el apoyo recibido para el grupo de investigación Apiterapia y Bioactividad (APIBA) ADG-FA-97-08. A la beca Prometeo-UTMACH junio 2014 – junio 2015 recibida por P. Vit. A la meliponicultora Sra. Marlenis Valencia (San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, Ecuador) por haber donado una miel de angelita.