

ORIGEN GEOGRÁFICO Y BOTÁNICO DE MIELES DE *Apis mellifera* (APIDAE) EN CUATRO DEPARTAMENTOS DE COLOMBIA

Geographical and Botanical Origin of *Apis mellifera* (APIDAE) Honey in four Colombian Departments

GUIOMAR NATES-PARRA¹, M. Sc.; PAULA MARÍA MONTOYA¹, M. Sc.; FERMÍN J. CHAMORRO¹, Licenciado en Biología;
NEDY RAMÍREZ², Bióloga; CATALINA GIRALDO³, Bióloga; DIANA OBREGÓN⁴, M. Sc.

¹ Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. mgnatesp@unal.edu.co, pmmontoyap@unal.edu.co, fjchamorro@unal.edu.co

² Laboratório de Biofilmes e Diversidade Microbiana, Centro de Biotecnología CBiot, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. nedy_maria@hotmail.com

³ University of California Santa Cruz. Santa Cruz, California, USA. catagira@gmail.com

⁴ Universidad de la Salle, Ingeniería Agronómica, Proyecto Utopía, Yopal, Casanare, Colombia. diobregon@unisalle.edu.co

Autor para correspondencia: Guiomar Nates-Parra, mgnatesp@unal.edu.co, Carrera 30 # 45 - 03. Edificio 421, laboratorio 128, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.

Presentado el 31 de mayo de 2013, aceptado el 30 de julio de 2013, fecha de reenvío el 14 de septiembre de 2013.

Citation/ Citar este artículo como: NATES-PARRA G, MONTOYA PM, CHAMORRO FJ, RAMÍREZ N, GIRALDO C, OBREGÓN D. Origen geográfico y botánico de mieles de *Apis mellifera* (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. Acta biol. Colomb. 18(3):427-438.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar marcadores palinológicos que permitieran caracterizar el origen geográfico y botánico de mieles provenientes de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Magdalena. Se realizaron análisis melisopalinológicos de 184 muestras de miel procedentes de 131 apiarios. Se determinaron diferencias significativas entre tipos de mieles mediante un análisis discriminante y comparando la composición de especies entre las muestras. En total se encontraron 297 especies distribuidas en 69 familias, dentro de las cuales las más representativas fueron *Mimosa* sp., *Cecropia* sp., *Eucalyptus* sp., *Piper* sp. y *Quercus humboldtii*. Las familias más importantes fueron Fabaceae, Asteraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Fagaceae, y Melastomataceae. Se lograron determinar seis grupos de mieles diferenciadas por su origen geográfico: altiplano Cundiboyacense, Medio Chicamocha, Sumapaz, Bajo Chicamocha, Sierra Nevada de Santa Marta y provincia Comunera; también se encontraron diferencias entre las mieles de las regiones andinas y subandinas. Dentro de los tipos de mieles diferenciadas por origen botánico predominaron las mieles monoflorales de *Trifolium pratense*, *Coffea arabica*, *Eucalyptus* sp., *Inga* sp. y *Heliocarpus americanus*, mieles oligoflorales de asteráceas y mezclas de mielato de *Q. humboldtii* y néctar floral (*Eucalyptus* sp. tipo Brassicaceae, asteráceas). La información de este trabajo junto con la obtenida en análisis fisicoquímicos y sensoriales servirá de base para que los apicultores puedan solicitar la denominación de origen de estas mieles.

Palabras clave: abejas, apicultura, melisopalinología, néctar, polen.

ABSTRACT

The aim of this work was to find palynological markers which permit differentiate honeys from the departments of Boyacá, Cundinamarca, Santander and Magdalena, by its geographical and botanical origin. Melissopalynological analyses were

made of 184 honey samples obtained from 131 localities. A discriminant analysis and comparisons between the species composition of honey samples were made to find geographical and botanical origin differences. A total of 297 pollen species distributed in 69 families was found, being *Mimosa* sp., *Cecropia* sp., *Eucalyptus* sp., *Piper* sp. and *Quercus humboldtii* the most representatives. The major families were Fabaceae, Asteraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Fagaceae and Melastomataceae. Six honey groups differentiated by its geographical origin were found: Altiplano Cundiboyacense, Medio Chicamocha, Sumapaz, Bajo Chicamocha, Sierra Nevada de Santa Marta and Comunera Province. In a broader scale, honeys from the Andean and sub-Andean regions could be differentiated as well. Between the honey types differentiated by its botanical origin, the most important were monofloral honeys of *Trifolium pratense*, *Coffea arabica*, *Eucalyptus* sp., *Inga* sp. and *Heliocharis americanus*, Asteraceae oligofloral honeys and mixtures of *Q. humboldtii* honeydew and floral nectar (*Eucalyptus* sp., Brassicaceae Type, Asteraceae). This information in addition to the obtained by physico-chemical and sensorial analysis, may be the basis to acquire honeys' origin denomination.

Keywords: bees, beekeeping, melissopalynology, nectar, pollen.

INTRODUCCIÓN

Las mieles provienen del néctar de las flores o de otros recursos no florales como el mielato (exceso de líquido azucarado que eliminan los insectos fitófagos del orden Hemiptera, suborden Sternorrhyncha, después de tomar grandes cantidades de savia) que las abejas recolectan de las plantas alrededor de los apiarios (Maurizio, 1975). Sus características organolépticas (color, aroma, sabor), fisicoquímicas, nutricionales y terapéuticas varían dependiendo de la fuente de néctar o de mielato y de la cantidad de recurso recolectado por las abejas de estas fuentes (Bogdanov, 1997; Persano Oddo y Piro, 2004; Soria *et al.*, 2005; Montenegro *et al.*, 2009; Escuredo *et al.*, 2012). De igual forma, puesto que las abejas seleccionan y utilizan los recursos florales y/o no florales en distintas proporciones de acuerdo a su distribución y abundancia espacial y temporal en las zonas de producción apícola (Schulz y Lueke, 1994; Girón Vanderhuck, 1995; Porter-Bolland, 2003), las mieles se pueden diferenciar por su origen botánico y geográfico.

La diferenciación de las mieles por su origen geográfico y botánico se ha convertido a nivel mundial en una estrategia para dar valor agregado a la miel (Ortiz Valbuena, 1992; Persano Oddo y Piro, 2004; Montenegro *et al.*, 2010; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011; Escuredo *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2012). En el mercado ya se encuentran mieles diferenciadas cuyos valores superan en grandes proporciones a las mieles no diferenciadas. Por ejemplo, la miel de Acacia en 1993 costaba 2 €/kg, en 2003 5 €/kg y en 2005 3,50 €/kg, mientras que la miel multifloral costaba 1 €/kg en 1993 y en 2005 apenas llegó a los

2,25 €/kg (Rodríguez, 2006). También se encuentran mieles de alto valor diferenciadas por origen geográfico como la miel de la región de Alcarria en España (~12 €/kg, Ortiz Valbuena, 1992) o la miel de la isla de Córcega (~10 €/kg, Yang *et al.*, 2012), estas dos últimas con un sello de denominación de origen que garantiza que las características de la mieles son producto de las condiciones biofísicas de esas regiones, para lo cual se deben establecer parámetros botánicos (palinológicos), fisicoquímicos y organolépticos indicadores de su origen geográfico (Ortiz Valbuena, 1992; Yang *et al.*, 2012). En Colombia, los apicultores aún no han logrado aprovechar el alto potencial que tiene el mercado de las abejas debido a la poca caracterización y diferenciación de sus productos, además de los altos niveles de falsificación (Martínez Anzola, 2006). Sin embargo, algunos estudios realizados en el país han servido para recopilar información básica acerca del origen botánico de las mieles. Echeverry (1984) presenta un listado de la flora apícola colombiana. Castaño y Fonnegra (1981), Corral (1984), Girón Vanderhuck (1995) y Sánchez (1995) realizaron trabajos sobre calendarios florales, plantas apícolas y origen botánico de mieles en el departamento de Antioquia; Moreno y Devia (1982) estudiaron el origen botánico de mieles en el municipio de Arbeláez (Cundinamarca); Ortiz de Boada y Nates-Parra (1987) y Bogotá *et al.*, (2001) trabajaron sobre el origen botánico de mieles en varios apiarios de la sabana de Bogotá. En el departamento del Huila se realizó un trabajo que tuvo como objetivo valorizar las mieles de *Apis mellifera* para acceder a nuevos mercados, mediante caracterizaciones fisicoquímicas, microbiológicas y de origen botánico (Arcos, 2009).

Con el fin de incrementar el conocimiento sobre la flora melífera del país y a su vez caracterizar y definir parámetros de diferenciación botánica y geográfica de las mieles producidas en algunos de los núcleos apícolas más importantes de Colombia se desarrolló esta investigación, la cual a su vez aportó a la identificación de algunos parámetros de diferenciación necesarios para acceder al sello de denominación de origen.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Magdalena, ubicados en un rango altitudinal de 500 a 3000 msnm, en las regiones subandina y andina de Colombia (Fig. 1). Se obtuvieron 184 muestras de miel en 131 apiarios (una muestra de cada apiario con la excepción de 53 apiarios de los cuales se obtuvieron réplicas) distribuidos de la siguiente forma: Boyacá: 30 muestras, 21 apiarios; Cundinamarca: 20 muestras, 16 apiarios; Santander: 73 muestras, 41 apiarios; Magdalena (Sierra Nevada de Santa Marta): 61 muestras, 53 apiarios. Las muestras se extrajeron durante tres cosechas anuales entre 2008 y 2010 (mezcla de la miel producida por todas las colmenas de cada apiario) y fueron enviadas por los apicultores al laboratorio. Las muestras de miel se acetolizaron bajo los parámetros propuestos por Erdtman (1960) y von der Ohe *et al.* (2004).

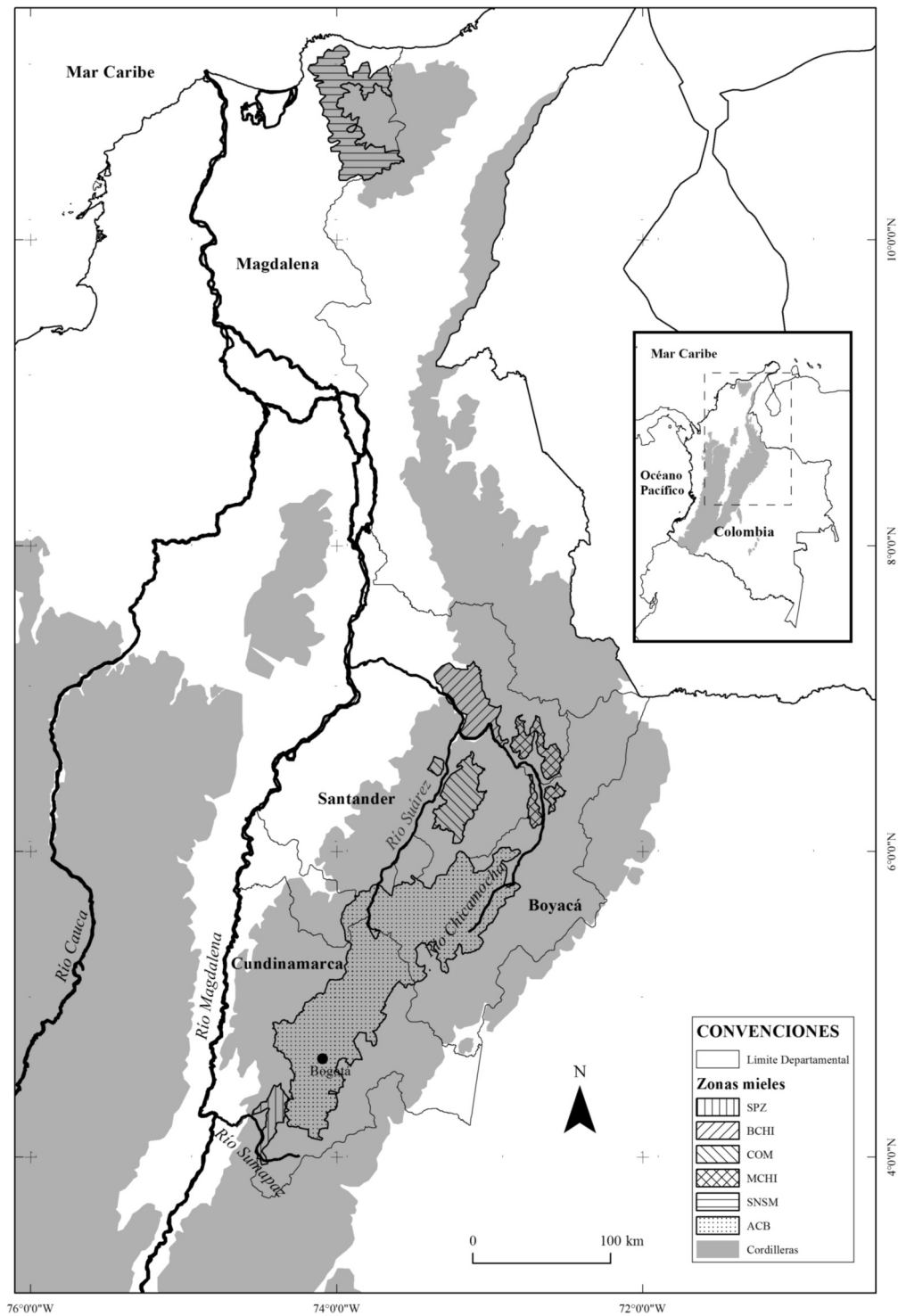


Figura 1. Ubicación de las zonas de producción de miel. SPZ = Sumapaz, ACB = Altiplano Cundiboyacense, MCHI = Medio Chicamocha, BCHI = Bajo Chicamocha, COM = Provincia Comunera, SNSM = Sierra Nevada de Santa Marta.

También se realizaron montajes sin acetolizar de muestras provenientes de algunos apiarios en Boyacá, Cundinamarca y Santander, dado que para estas zonas se registró la presencia del insecto excretor de mielato *Stigmacoccus asper* (Hemiptera: Stigmacoccidae) en árboles de roble *Quercus humboldtii* y la

recolección del mielato de este insecto por abejas melíferas (Chamorro *et al.*, 2013). Con los montajes sin acetolizar se buscó detectar y cuantificar elementos indicadores de mielato (hifas y esporas de fumaginas), para poder evaluar la contribución de este recurso a la composición de la miel.

Los granos de polen contenidos en las muestras se observaron utilizando un microscopio óptico (Leica DMLS2). El reconocimiento taxonómico hasta nivel de familia, género y/o especie se realizó con la ayuda de catálogos palinológicos, la colección de polen del Laboratorio de Investigaciones en Abejas de la Universidad Nacional de Colombia (LABUN) y por medio de comparación directa con polen de 1799 ejemplares botánicos que fueron recolectados en las cercanías de los apiarios, en un área de 500 m a la redonda. Para estimar las abundancias relativas (AR) de las especies se contaron 300 granos de polen en cada muestra y se calcularon los valores de importancia de las especies (IE) y las familias (IF) mediante las siguientes fórmulas:

$$IE_j = \text{Promedio } AR_j * \text{Número de muestras } j / \text{Número total de muestras}$$

$$IF_i = \sum \text{Promedio } AR \text{ especies de } i * \text{Número de muestras } i / \text{Número total de muestras}$$

Con el fin de analizar si las mieles se podían diferenciar por su origen geográfico, a cada muestra se le asignó la región geográfica natural de la cual provenía, independientemente de su ubicación políticoadministrativa (departamentos). En total se definieron seis grupos de mieles correspondientes a seis regiones claramente diferenciadas por sus características geográficas y ecosistémicas, que son: 1) altiplano Cundiboyacense (ACB, región andina, 2400-3000 msnm, temperatura ambiental 4,5-19,3 °C, precipitación anual 1000-1500 mm³, ecosistemas predominantes áreas rurales intervenidas, agroecosistemas campesinos mixtos y áreas urbanas, 14 muestras, 11 apiarios); 2) cuenca media del río Chicamocha (MCHI, región andina, 2000-3000 msnm, temperatura 11-18 °C, precipitación anual 1000-1500 mm³, ecosistemas predominantes áreas rurales intervenidas y bosques de niebla, 31 muestras, 20 apiarios); 3) cuenca del río Sumapaz (SPZ, región andina y subandina, 1000-2100 msnm, 13-27 °C, 1000-1500 mm³ de precipitación anual, ecosistemas predominantes áreas rurales intervenidas y agroecosistemas cafeteros, 15 muestras, 12 apiarios); 4) cuenca baja del río Chicamocha (BCHI, región subandina, 500-1500 msnm, 18-24 °C, 1000-1500 mm³ de precipitación anual, ecosistemas predominantes áreas rurales intervenidas y bosques de niebla, 20 muestras, 9 apiarios); 5) Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM, región subandina, 500-1500 msnm, 14,5-19,5 °C, 1500-3500 mm³ de precipitación anual, ecosistemas predominantes agroecosistemas cafeteros y áreas rurales intervenidas, 61 muestras, 53 apiarios); 6) provincia Comunera del departamento de Santander (COM, región subandina 900-1900 msnm, 11-24 °C, 1500-2000 mm³ de precipitación anual, ecosistemas predominantes agroecosistemas cafeteros, áreas rurales intervenidas, 43 muestras, 25 apiarios) (Cuatrecasas, 1958; Etter, 1998) (Fig.1).

Para validar los seis tipos geográficos de mieles propuestos y evaluar diferencias significativas, se llevó a cabo un análisis

discriminante con la matriz de las abundancias relativas de las especies encontradas y el método de Lambda de Wilks, mediante el programa Statgraphics Plus 5.1 (1997). Se realizaron comparaciones entre grupos teniendo en cuenta los valores de importancia (IE, IF), los porcentajes de especies nativas, exóticas y anemófilas y los índices de diversidad (Riqueza y Diversidad Shannon-Weaver H') que fueron estimados con el programa Past versión 1.74 (Hammer *et al.*, 2001). Para determinar el origen botánico de las mieles se excluyeron de los conteos los tipos polínicos de plantas no productoras de néctar y se recalcularon las abundancias relativas. Con los datos resultantes se clasificaron las muestras de miel en monoflorales (cuando se presentaba una especie dominante AR ≥ 45 %), oligoflorales (cuando se presentaban dos o más especies secundarias pertenecientes a una misma familia 15 % ≤ AR < 45 %) biflorales (cuando se presentaban dos especies secundarias de diferentes familias) o multiflorales (cuando no había ninguna especie secundaria o dominante) (Louveaux *et al.*, 1970; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011). Las muestras en las cuales se encontraron elementos indicadores de mielato se clasificaron como mieles de mielato de *Q. humboldtii* (AR de elementos indicadores igual o superior a 70 %) o mezclas de mielato y néctar floral (AR entre 30 % y 70 %) (Soria *et al.*, 2005).

RESULTADOS

En general se encontraron 297 especies distribuidas en 69 familias, dentro de las cuales las que tuvieron los valores de importancia IE más altos fueron *Mimosa* sp. (10), *Cecropia* sp. (9,2), *Eucalyptus* sp. (3,3), *Piper* sp. (2,1) y *Q. humboldtii* (1,4); las demás especies tuvieron valores por debajo de uno. En la figura 2 se muestran los tipos polínicos más representativos. Las familias que tuvieron los valores de importancia IF más altos fueron Fabaceae (18,5), Asteraceae (8,8), Myrtaceae (6,5), Rubiaceae (1,9), Fagaceae (1,4) y Melastomataceae (1,0). El 60 % correspondió a especies nativas, 25 % a especies exóticas y 23,3 % a especies anemófilas (nativas y exóticas). En cuanto al origen geográfico de las mieles, el análisis discriminante permitió clasificar correctamente 94,5 % de las muestras en los grupos de mieles correspondientes a las regiones seleccionadas (Fig. 3). El lambda de Wilks, que evalúa el poder discriminante de las funciones, tuvo un valor de 0,0002 para la función 1 y 0,0028 para la función 2, demostrando que las dos funciones discriminantes fueron significativas y los grupos de mieles pueden considerarse diferentes (p < 0,01 en ambas funciones). El autovalor de la primera función capturó el mayor porcentaje de las diferencias entre los grupos (50,85 %), seguido por la segunda función (22,63 %), con coeficientes de la correlación canónica cercanos a uno (0,97 y 0,93, respectivamente), mostrando que la variación de los datos se debió principalmente a las diferencias entre los grupos. Las muestras de mieles se clasificaron en los diferentes grupos así: altiplano Cundiboyacense (100 % de muestras clasificadas correctamente), Medio Chicamocha (93,55 %), Sumapaz (93,33 %),

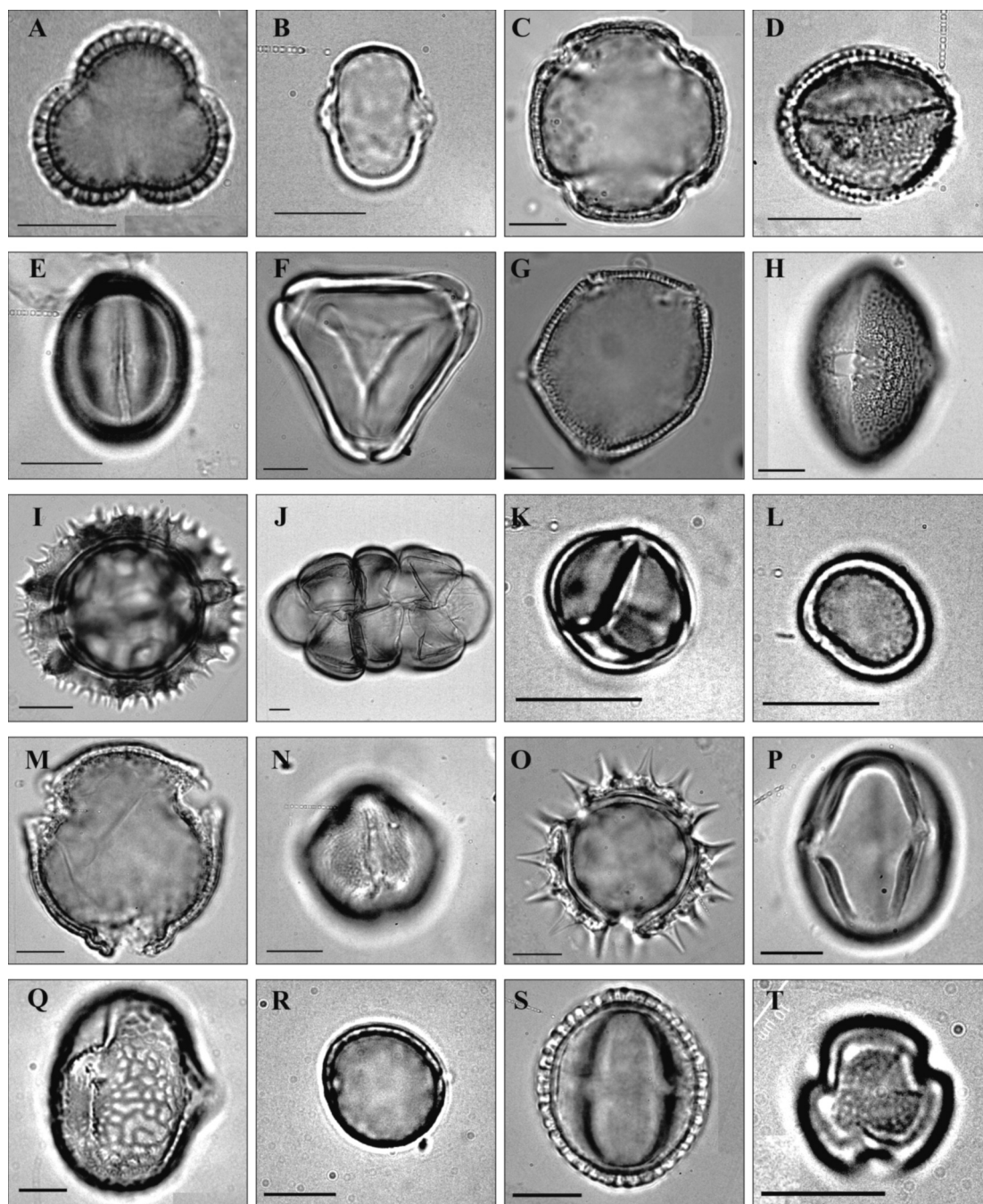


Figura 2. Tipos polínicos más importantes. A. Brassicaceae, B. *Cecropia* sp., C. *Coffea arabica*, D. *Dictyocaryum lamarkianum*, E. *Escallonia pendula*, F. *Eucalyptus* sp., G. *Fraxinus chinensis*, H. *Heliocarpus americanus*, I. *Hypochaeris radicata*, J. *Inga* sp., K. *Mimosa* sp., L. *Piper* sp., M. *Quercus humboldtii*, N. *Rubus* sp., O. *Steiractinia aspera*, P. *Trifolium pratense*, Q. *Trifolium repens*, R. Tipo Moraceae, S. *Viburnum* sp. T. *Weinmannia* sp. Barra de escala = 10 μ m.

Bajo Chicamocha (90 %), Sierra Nevada de Santa Marta (95,08 %) y provincia Comunera (95,35 %). Además, se lograron distinguir dos grupos más grandes o “super grupos”, que corresponden al grupo de mieles de la región andina, donde se encuentran ACB y MCHI, y el grupo de la región subandina donde se encuentran BCHI, SNSM y COM (Fig. 3). El grupo SPZ no se ubicó dentro de ninguna de estas dos regiones

puesto que se encuentra en un lugar transicional y por tanto contiene especies características de las dos regiones. A continuación se describen los diferentes grupos de mieles.

Mieles del Altiplano Cundiboyacense (ACB)

Entre 60 especies en total (Índice de Shannon-Weaver $H' = 3,68$), predominaron especies exóticas como *Eucalyptus* sp.,

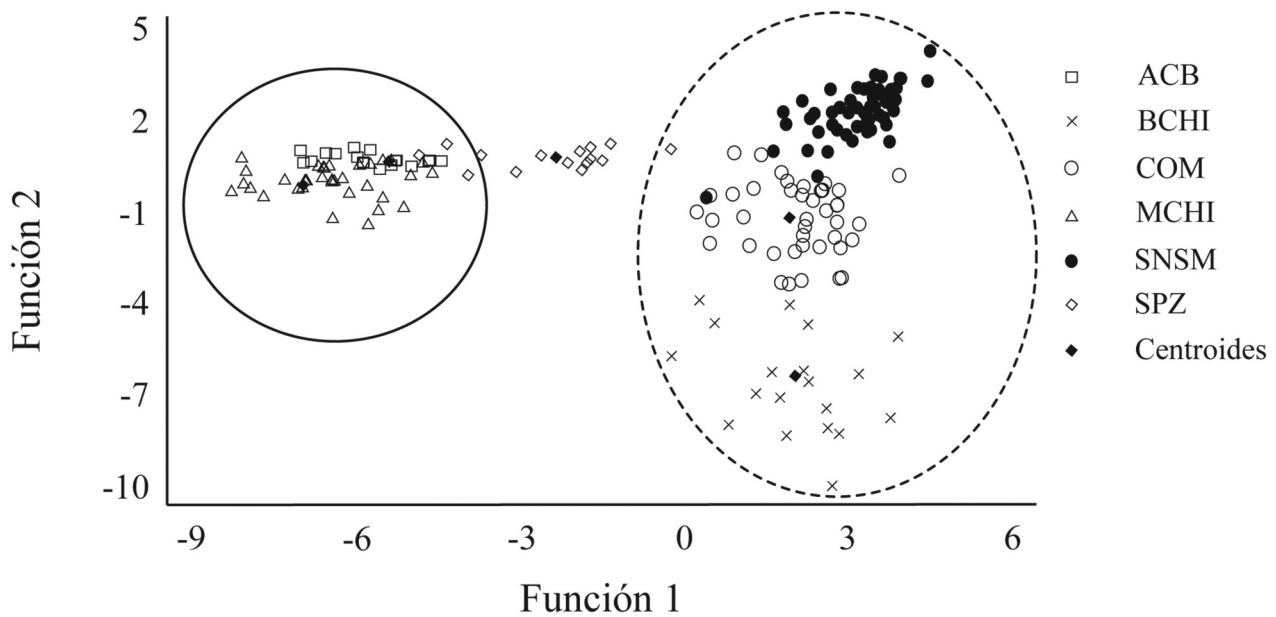


Figura 3. Agrupación de las muestras de miel en las funciones discriminantes 1 y 2. Línea entera: región andina. Línea punteada: región subandina.

Tabla 1. Especies vegetales con valores de importancia IE superiores a tres (3) en los grupos de mieles diferenciadas por origen geográfico. En negrita se presentan los valores de las especies que sirven de marcadores geográficos para cada grupo.

Nombre científico	Región Andina			Región Subandina		
	ACB	MCHI	SPZ	BCHI	SNSM	COM
<i>Cecropia</i> sp.*n “yarumo”	0,86	0,02	3,77	10,38	30,39	6,14
<i>Coffea arabica</i> ° “café”			0,12	1,15	4,07	5,25
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i> *n “tagua”					5,32	
<i>Escallonia pendula</i> n “mangle”		8,05		5,9		0,91
<i>Eucalyptus</i> sp. ° “eucalipto”	28,19	11,21	13,14	1	0,21	1,18
<i>Fraxinus chinensis</i> * ° “urapán”	1,03	4,74	3,66	0,45	0,07	1,4
<i>Hypochaeris radicata</i> ° “diente de león”	4,09	2,18	0,01	0,02	0,4	0,63
<i>Mimosa</i> sp.*n “dormidera”	0,04	4,71	6,45	6,45	11,74	37,23
<i>Piper</i> sp.*n “cordoncillo”		0,37	1,19	5,92	7,29	1,84
<i>Quercus humboldtii</i> *n “roble”	6,98	14,08	0,13	10,38		0,95
<i>Rubus</i> sp.n “mora”	0,44	3,78			0,01	
<i>Steiractimia aspera</i> n “mulato”		0,16		4,3		0,33
Tipo Brassicaceae °	14,59	1,11	1,42	0,07	0,07	0,62
<i>Trifolium repens</i> ° “trébol blanco”	5,2	2,45	4,29	0,1	0,03	0,12
<i>Trifolium pratense</i> ° “trébol rojo”	6,33	10	2,57		0,03	0,03
Tipo Moraceae* n “pringamosa”					6,49	
<i>Viburnum</i> sp. n “garrocho”	0,4	6,59	0,42	1,28	0,07	0,93
<i>Weinmannia</i> sp. n “encenillo”	14,59	3,44				

*Plantas no productoras de néctar o anemófilas; n Nativa; ° Exótica.

tipo Brassicaceae, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* e *Hypochaeris radicata*, y en menor proporción especies nativas como *Q. humboldtii* y *Weinmannia* sp. (Tabla 1). Las familias que obtuvieron el IF más alto fueron Myrtaceae (43,1), Fabaceae (37,1), Asteraceae (20,1), Cunoniaceae (14,6) y Brassicaceae (14,6).

En cuanto a los tipos de mieles diferenciadas por origen botánico, las mieles monoflorales fueron las más representativas con el 50 % de las muestras (*Eucalyptus* sp. 21,4 %, *T. pratense* 7,1 %) y las mezclas de mielato de *Q. humboldtii* y néctar floral de *Eucalyptus* sp. y tipo Brassicaceae, con el 21,4 % (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentajes de muestras diferenciadas por origen botánico. Únicamente se presentan los tipos de mieles de los cuales se encontraron más de dos muestras.

	Región Andina			Región Subandina		
	ACB	MCHI	SPZ	BCHI	SNSM	COM
Monoflorales						
<i>Trifolium pratense</i>	7,1	12,9				
<i>Coffea arabica</i>					4,9	4,6
<i>Eucalyptus</i> sp.	21,4	3,2	13,3			
<i>Inga</i> sp.					8,2	2,3
<i>Heliocarpus americanus</i>					3,3	4,6
Otras monoflorales	21,4	16,1	26,8	5	8,2	9,3
Total monoflorales	50	32,3	40,1	5	31,1	20,9
Oligoflorales						
Asteraceae		22,6	46,7	45	32,8	39,5
Biflorales	14,2	12,9	6,7	20	8,2	20,9
Multiflorales	14,2	9,7	6,7	30	27,9	18,6
Mezclasde mielato <i>Quercus humboldtii</i> y néctar floral (<i>Eucalyptus</i> sp., Tipo Brassicaceae, Asteraceae)	21,4	19,3				

Mieles del Medio Chicamocha (MCHI)

De un total de 105 especies ($H' = 4,12$) fueron importantes varias exóticas que también se encontraron en las mieles de ACB, dentro de las cuales se destacaron *Eucalyptus* sp., *T. pratense* y *Fraxinus chinensis*. Sin embargo, se encontró una mayor proporción de especies nativas importantes como *Escallonia pendula*, *Viburnum* sp., *Q. humboldtii*, *Rubus* sp. y *Weinmannia* sp. (Tabla 1). En un total de 31 familias, las que se encontraron con IF más altos fueron Asteraceae (209,7), Melastomataceae (35,6), Fabaceae (24,3), Rosaceae (18,1) y Myrtaceae (16,8). Las mieles monoflorales predominaron con el 32,3 % de las muestras (*T. pratense* 12,9 %, *Eucalyptus* sp. 3,2 %), seguidas por las mieles oligoflorales de asteráceas (22,6 %) y las mezclas de mielato de *Q. humboldtii* y néctar floral de asteráceas (19,3 %) (Tabla 2).

Mieles del Sumapaz (SPZ)

Entre 93 especies ($H' = 4,07$) predominaron algunas exóticas como *Eucalyptus* sp., *F. chinensis* y *T. repens* que también fueron importantes en las mieles de la región andina (ACB y MCHI). Además se encontraron especies nativas como *Cecropia* sp. y *Mimosa* sp., que son más comunes en las mieles de la región subandina (Tabla 1). Dentro de 31 familias, las más importantes fueron Asteraceae (40,7), Myrtaceae (37,8), Fabaceae (26,2), Melastomataceae (17,2) y Solanaceae (16,3). En este grupo predominaron las mieles oligoflorales de Asteraceae (46,7 %), seguidas por las monoflorales (40,1 %) con la predominancia de la miel de *Eucalyptus* sp. (13,3 %) (Tabla 2).

Mieles del Bajo Chicamocha (BCHI)

Entre 105 especies ($H' = 5,0$) predominaron algunas nativas como *Steiractinia aspera*, además de especies que se encuentran comúnmente en la región subandina como *Cecropia* sp.,

Mimosa sp. y *Piper* sp. (Tabla 1). Además, predominaron *Q. humboldtii* y *E. pendula* que también fueron importantes en las mieles andinas de MCHI. Entre 34 familias las más importantes fueron Asteraceae (44,8), Fabaceae (27,4), Rubiaceae (19,9), Anacardiaceae (16,0) y Myrtaceae (11,7). Las especies exóticas no fueron representativas dentro de este grupo. Los tipos de miel oligofloral de asteráceas y multifloral fueron los más comunes (45 % y 30 % respectivamente, Tabla 2).

Mieles de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM)

Entre 134 especies ($H' = 4,77$) fueron importantes varias nativas dentro de las cuales sobresalen *Cecropia* sp., *Mimosa* sp., *Piper* sp., Tipo Moraceae y *Dictyocaryum lamarkianum*, mientras que la única especie exótica importante fue *C. arabica* (Tabla 1). Entre 36 familias las predominantes fueron Fabaceae (39,8), Asteraceae (28,9), Malvaceae (9,1), Rubiaceae (8,0) y Euphorbiaceae (4,9). Las mieles oligoflorales de Asteraceae fueron las más comunes (32,8 %), seguidas por las monoflorales (31,1 %) dentro de las cuales predominaron las mieles de *Inga* sp. (8,2 %) y *C. arabica* (4,9 %) (Tabla 2).

Mieles de la Región Comunera (COM)

Entre 145 especies ($H' = 4,83$) fueron importantes *Cecropia* sp., *Mimosa* sp. y *C. arabica* (Tabla 1). De un total de 39 familias las principales fueron Fabaceae (71,6), Asteraceae (39,4), Myrtaceae (13,7), Anacardiaceae (12,1) y Rubiaceae (10,9). Las mieles oligoflorales de Asteraceae fueron las más representativas de esta región (39,5 %), seguidas por las mieles monoflorales y biflorales (20,9 % cada una) (Tabla 2).

DISCUSIÓN

Dentro de las especies más importantes en las muestras se

encontraron algunas especies nectaríferas comunes para *Apis mellifera* en varias partes del mundo, tales como *Eucalyptus* sp., *C. arabica*, tipo Brassicaceae y las especies del género *Trifolium* (Lieux, 1981; Barth, 1990; Seijo *et al.*, 2003; Persano Oddo y Piro, 2004; Forcone *et al.*, 2005; Dongock *et al.*, 2007; Montenegro *et al.*, 2010; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011). También se encontraron varias especies anemófilas o no productoras de néctar como *Cecropia* sp., *Mimosa* sp. y *Piper* sp., que pueden constituirse como marcadores de regiones geográficas particulares a pesar de que no proveen información sobre el origen botánico de la miel (no aportan néctar). La presencia de polen anemófilo o de plantas no productoras de néctar en la miel se debe principalmente a la contaminación que ocurre cuando las abejas depositan las cargas de polen corbicular en los panales y secundariamente a contaminación aérea o durante el proceso de extracción y cosecha de miel (von der Ohe *et al.*, 2004).

Las familias más comunes fueron: Asteraceae, Fabaceae y Myrtaceae; así mismo, estas se encuentran dentro del grupo de familias más importantes para *A. mellifera* en otras regiones del mundo (Lieux, 1981; Barth, 1990; Villanueva, 1994; Terrab *et al.*, 2003; Tsigouri *et al.*, 2004; Almeida *et al.*, 2005; Forcone *et al.*, 2005; Dongock *et al.*, 2007; Salonen *et al.*, 2009; Gangwar *et al.*, 2010).

En cuanto al origen geográfico de las mieles, encontramos que el análisis discriminante permitió validar la clasificación de los seis grupos propuestos, así como también se encontraron diferencias a una escala más grande entre las mieles de las regiones andina y subandina (Fig. 3). Resultados similares también se obtuvieron con el análisis multivariado de los parámetros fisicoquímicos (pH, acidez libre, conductividad eléctrica, azúcares, minerales) medidos en las mismas muestras de miel evaluadas en este trabajo (Zuluaga *et al.*, 2011).

En general, las mieles de la región andina se caracterizaron por una baja diversidad de especies en comparación con las mieles subandinas, al igual que mayor predominancia de especies exóticas como resultado de que en esta zona se han presentado procesos de alteración e introducción de especies mucho más frecuentes que en la zona subandina (Corrales Roa, 2002). Las familias más importantes en la región andina fueron: Cunoniaceae, Brassicaceae y Rosaceae; estas también se reportan como familias importantes en otros países de clima frío o estacional (Lieux, 1981; Tsigouri *et al.*, 2004; Forcone *et al.*, 2005; Salonen *et al.*, 2009). Algunas especies exóticas como *Eucalyptus* sp., tipo Brassicaceae o las del género *Trifolium*, y nativas como *Weinmannia* sp. y *Q. humboldtii*, entre otras, también permitieron diferenciar las mieles de esta región (Tabla 1). *Weinmannia* sp. se destacó especialmente en las mieles del altiplano Cundiboyacense (ACB), puesto que corresponde a uno de los géneros de plantas más comunes y abundantes en los matorrales y bosques andinos, particularmente en la Sabana de Bogotá (Cortés 2003). *Q. humboldtii* fue más importante en el grupo de la cuenca media del río Chicamocha dado que en esta región se encuentran relictos

importantes de bosques de roble (Etter, 1998). En este mismo grupo de mieles también se destacó *E. pendula*, árbol nativo muy plantado en la zona como parte de programas de recuperación vegetal y conservación con comunidades rurales (Cordero, 2000). Los altos valores de importancia en las mieles de las plantas que se encuentran en bosques cercanos a los apiarios fortalecen la importancia de la vegetación natural como fuente de diferenciación para las mieles de las distintas regiones.

Las mieles subandinas se distinguieron en cambio, por tener una mayor diversidad de especies, además de una mayor proporción de especies nativas, puesto que en esta zona predominan agroecosistemas cafeteros que se caracterizan por ser unos de los ecosistemas más biodiversos del mundo (Perfecto y Armbrecht, 2003). Las familias Euphorbiaceae, Rubiaceae, Malvaceae y Anacardiaceae permitieron diferenciar las mieles de esta región; de todas estas, Rubiaceae y Anacardiaceae ya se han reportado dentro del grupo de familias importantes en mieles de otras regiones cálidas y templadas tropicales (Almeida *et al.*, 2005; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011). Los tipos polínicos que pueden servir como marcadores geográficos para las mieles subandinas son: *Mimosa* sp. *Piper* sp. y *Cecropia* sp., los cuales corresponden a plantas no productoras de néctar, comunes en bosques secundarios o áreas intervenidas, que ya se encuentran reportadas para mieles de otras regiones tropicales cálidas o templadas (Ramalho *et al.*, 1989; Kerkvliet y BeerlInk, 1991; Girón Vanderhuck, 1995; Almeida *et al.*, 2005; Vit *et al.*, 2006; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011). *Coffea arabica*, a pesar de ser una planta exótica, también sirve para diferenciar las mieles subandinas al ser esta la más ampliamente cultivada en la zona. Particularmente, en la Sierra Nevada de Santa Marta sobresalieron especies de áreas boscosas como tipo Moraceae y *D. lamarckianum*, mientras que en la miel de la cuenca baja del río Chicamocha lo fueron *S. aspera*, *Q. humboldtii* y *E. pendula*, entre otras. Estas dos últimas igualmente fueron importantes en las mieles de la cuenca media del Chicamocha como resultado de la cercanía entre las dos regiones, por lo que es importante mencionar que aunque el análisis discriminante diferenció claramente las mieles de la cuenca media y baja, los dos tipos de mieles podrían agruparse bajo una misma denominación de origen (DO): miel del Chicamocha. La DO podría incluir varios tipos de mieles de diferentes subregiones (cuencas media y baja) o con diferentes orígenes botánicos, como por ejemplo ocurre en la DO de la miel de Córcega (Yang *et al.*, 2012).

En las mieles de la provincia comunera y la cuenca del Sumapaz no se encontraron especies particulares que permitan diferenciar claramente los grupos de estas regiones. No obstante el análisis discriminante demostró que estos se diferencian significativamente debido a su combinación particular de especies.

En cuanto a la diferenciación por origen botánico, encontramos que existe una gran variedad en tipos de mieles puesto que de muchas se encontraron tan sólo una o dos muestras

(en la tabla 2 se presentan los tipos de mieles de los cuales se encontraron más de dos muestras). Esta variedad podría reducirse si los apicultores realizan un mejor manejo de sus apiarios, cosechando las mieles inmediatamente después de los períodos de floración o de producción de mielato que dan origen a las cosechas. No obstante, en los grupos de la región andina se encontraron predominantemente mieles monoflorales de *Eucalyptus* sp. y *T. pratense*, que también se han encontrado en otras regiones frías y estacionales del mundo (Lieux, 1981; Barth, 1990; Seijo *et al.*, 2003; Persano Oddo y Piro, 2004; Forcone *et al.*, 2005; Dongock *et al.*, 2007). También fueron frecuentes las mieles producidas por las abejas a partir de la mezcla de mielato de *Q. humboldtii* y néctar floral de distintas plantas; no obstante, el análisis fisicoquímico realizado por Gamboa-Abril *et al.*, (2012) de las mismas muestras analizadas en este trabajo clasificó la mayoría como mieles de mielato, por lo que la contribución de este recurso a la composición de la miel podría ser más alta y el parámetro propuesto para tipificar mieles de mielato (elementos indicadores en abundancias relativas superiores o iguales a 70 %, Soria *et al.*, 2005), en este caso podría ser mucho menor. De cualquier manera, la miel de mielato de roble o “miel de roble” como la denominan los apicultores, constituye el primer registro de miel de mielato para Colombia (Chamorro *et al.*, 2013).

En la región subandina fueron comunes mieles monoflorales de *C. arabica* que también se registran en Venezuela (Vit *et al.*, 2006) así como también mieles de *Inga* sp., que aunque no han sido reportadas en otros países, varias especies de este género sí se han registrado como recursos nectaríferos importantes para *A. mellifera* en regiones cafeteras (Sayas Rivera y Huamán Mesía, 2009). Finalmente, en todas las regiones con la excepción de ACB se encontraron mieles oligoflorales de la familia Asteraceae, que también han sido reportadas en países como Brasil y México, donde son consideradas como mieles muy apreciadas por los consumidores (Barth, 1990; Ramírez-Arriaga *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

El estudio palinológico de las mieles permite agruparlas en categorías diferentes de acuerdo a la presencia de morfotipos particulares o combinaciones de ellos, de manera que puedan establecerse como marcadores geográficos y/o botánicos de cada zona. Aquí se diferenciaron seis grupos de mieles de *A. mellifera* según su origen geográfico (altiplano Cundiboyacense, Medio y Bajo Chicamocha, Sumapaz, Sierra Nevada de Santa Marta y provincia Comunera), así como también algunos tipos de mieles según su origen botánico (miel monofloral de *T. pratense*, *C. arabica*, *Eucalyptus* sp., *Inga* sp., *H. americanus*, miel oligofloral de asteráceas, mezclas de mielato de *Q. humboldtii* y néctar floral de otras plantas). Además, se encontraron diferencias a una escala más grande entre las mieles de las regiones andina y subandina, que podrían aplicarse a otros lugares del país, si se tienen en cuenta algunos resultados similares encontrados en otras zonas andinas y

subandinas de Colombia (Corral, 1984; Ortiz de Boada y Nates-Parra, 1987; Girón Vanderhuck, 1995; Bogotá *et al.*, 2001; Salamanca Grosso *et al.*, 2008). La información de este trabajo junto con la obtenida del análisis fisicoquímico y sensorial (Zuluaga *et al.*, 2011) sirve de base para que los apicultores puedan solicitar la denominación de origen de las mieles, pero deberán trabajar conjuntamente como núcleo productivo, con el fin de garantizar y aumentar la producción de las mieles diferenciadas, mediante el establecimiento de calendarios florales y de cosecha de miel, así como también haciendo seguimientos más detallados de los lugares en los cuales se producen.

La denominación de origen de estas mieles (DO), por otro lado, serviría para dar mayor valor a las regiones naturales estudiadas, en especial los territorios de la cuenca del río Chicamocha y la Sierra Nevada de Santa Marta, los cuales además de constituir accidentes geográficos particulares, constituyen zonas relevantes en términos de su diversidad biológica, al albergar varias especies endémicas y amenazadas que ameritan ser objeto de conservación (Rangel y Garzón, 1995; Albesiano y Rangel, 2006). Aunque las DO no tienen por objetivo conservar la biodiversidad, este puede ser uno de sus principales impactos positivos porque las comunidades y organizaciones campesinas adquieren una mayor gobernanza sobre el territorio para evitar la pérdida de los recursos base de la diferenciación de sus productos agrícolas (Larson, 2007).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de Colombia y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y por la financiación de este proyecto (Contrato n.º 2007C3476 118-584/2007). A los apicultores de las asociaciones ASOAPIBOY, ASOAPICOM, APISIERRA, ASOAPIS Y ASOAPICUN por las muestras de miel y el apoyo logístico. Al Profesor Rodolfo Ospina por su asesoría y a Ángela Rodríguez por su colaboración con el procesamiento del material vegetal en campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Albesiano S, Rangel-Ch JO. Estructura de la vegetación del cañón del río Chicamocha, 500-1200 m; Santander-Colombia: Una herramienta para la conservación. *Caldasia*. 2006;28(2):307-325.
- Almeida AMM, Carvalho CAL, Abreu RD, Santos FAR, Araujo RCMS, Oliveira PP. Espectro polínico de amosstras de mel de *Apis mellifera* L. provenientes de Nova Soure, Bahia. *Rev Agric*. 2005;80(2):131-147.
- Arcos AL. Sistematización de una experiencia de cadena de valor de biocomercio y su aporte al enfoque territorial del desarrollo rural: el caso de la cadena apícola en el departamento del Huila año 2005 al 2007 [Tesis de Maestría]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2009. p. 56-65. Disponible en: URL: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/136/1/eam3.pdf>

- Barth OM. Pollen in monofloral honeys from Brazil. *J Apic Res.* 1990;29(2):89-94.
- Bogdanov S. Nature and Origin of the Antibacterial Substances in Honey. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 1997;30(7):748-753.
- Bogotá RG, Rangel JO, Jiménez LC. Análisis palinológico de mieles de tres localidades de la Sabana de Bogotá. *Caldasia.* 2001;23(2):455-465.
- Castaño SI, Fonnegra R. Análisis polínico en miel de abejas de algunas regiones de Antioquia. *Rev Asoc Col Cien Biol.* 1981;3(3):100-110.
- Chamorro FJ, Nates-Parra G, Kondo T. Mielato de *Stigmatococcus asper* (Hemiptera: Stigmatococcidae): recurso melífero de bosques de roble en Colombia. *Rev Colomb Entomol.* 2013;39(1): 61-70.
- Cordero L. Aspectos de la reproducción de especies vegetales nativas por parte de comunidades campesinas como contribución al proceso de conservación del bosque andino (caso Chicamocha). En: Cárdenas F, editor. *Desarrollo Sostenible en los Andes de Colombia (Provincias de Norte, Gutiérrez y Valderrama)* Boyacá, Colombia. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana-IDEADE; 2000. p. 79-88.
- Corral B. Análisis palinológico en muestras de miel de abejas de algunas regiones de Antioquia. *Actual Biol.* 1984;13 (49):56-66.
- Corrales E. Transformaciones socioeconómicas y situación de la biodiversidad de los Andes colombianos, desde el periodo prehispánico. *Cuad Desarro Rural.* 2002;49:85-164.
- Cortés S. Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la Serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia.* 2003;25(1):19-137.
- Cuatrecasas J. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Rev Acad Colomb Cienc.* 1958;10(40):221-268.
- Dongock DN, Tchoumboue J, Ricciardelli D'albore G, Youmbi E, Pinta YJ. Spectrum of melliferous plants used by *Apis mellifera adansonii* in the Sudano-Guinean western highlands of Cameroon. *Grana.* 2007;46(2):123-128.
- Echeverry ER. Flora apícola colombiana. Bogotá: Presidencia de la República de Colombia. 1984. p. 1-238.
- Erdtman G. The Acetolysis method. A revised description. *Svensk Bot Tidskr.* 1960;54:561-564.
- Escuredo O, Silva LR, Valentão P, Seijo MC, Andrade PB. Assessing *Rubus* honey value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. *Food Chem.* 2012;130(3):671-678.
- Etter A. Mapa general de ecosistemas de Colombia (1: 1.500.000). En: Chaves ME, Arango N, editores. *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997*, Vol. 3. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá. 1998. p. 1-150.
- Forcone A, Ayestaran G, Kutschker A, García J. Palynological characterization of honeys from the Andean Patagonia (Chubut, Argentina). *Grana.* 2005;44(3):202-208.
- Gamboa-Abril V, Díaz-Moreno C, Figueroa-Ramírez J. Tipificación de mieles de mielato de roble (*Quercus humboldtii*) de Boyacá y Santander. *Vitae.* 2012;19(1):S382-S384.
- Gangwar Sk, Gebremariam H, Ebrahim A, Tajebe S. Characteristics of Honey Produced by Different Plant Species in Ethiopia. *Adv Biores.* 2010;1(1):100-104.
- Girón Vanderhuck M. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Bol Mus Ent Univ Valle.* 1995;3(2):35-54.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and analysis. *Palaeontol Electron.* 2001;4(1):1-9.
- Kerkvliet JO, Beerlink JG. Pollen analysis of honeys from the coastal plain of Surinam. *J Apic Res.* 1991;30(1):25-31.
- Larson J. Relevance of geographical indications and designations of origin for the sustainable use of genetic resources. Rome (Italy): Global Facilitation Unit for Underutilized Species. 2007. p. 69-79. Disponible en: URL: http://www.underutilized-species.org/documents/publications/gi_larson_lr.pdf
- Lieux MH. An analysis of Mississippi (USA) honey: Pollen, color and moisture. *Apidologie.* 1981;12(2):137-158.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. Methods of melissopalynology. *Bee World.* 1970;51(3):125-138.
- Martínez T. Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de abejas en Colombia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. p. 67-68.
- Murizio A. How bees make honey. En: Crane E, Editor. *Honey, a comprehensive survey.* London:Heinemann. 1975. p. 77-115.
- Montenegro G, Peña RC, Pizarro R. Multivariate analysis of pollen frequency of the native species *Escallonia pulverulenta* (Saxifragaceae) in Chilean honeys. *Rev Bras Bot.* 2010;33(4):615-630.
- Montenegro G, Salas F, Pena RC, Pizarro R. Actividad antibacteriana y antifúngica de mieles monoflorales de *Quillaja saponaria*, especie endémica de Chile. *Phyton.* 2009;78(2):141-146.
- Moreno JE, Devia W. Estudio del origen botánico de la miel y el polen almacenado por *Apis mellifera*, *Melipona eburnea* y *Trigona* (Tetragonisca) *angustula* (Hymenoptera: Apidae), en el municipio de Arbeláez, Cundinamarca, Colombia [Tesis de Pregrado]. Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 1982. p. 1-272
- Ortiz de Boada D, Nates-Parra G. Procedencia botánica del polen de la miel almacenada por *Apis mellifera*, en alrededores de la Sabana de Bogotá. I: Polen en las colmenas. *Agron Colomb.* 1987;4:39-42.
- Ortiz A. Contribución a la denominación de origen de la miel de la Alcarria [Tesis Doctoral]. Madrid: Facultad de Cien-

- cias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. 1992. p. 1-311. Disponible en: URL: <http://eprints.ucm.es/3703/>.
- Perfecto I, Armbrecht I. The coffee agroecosystem in the neotropics: combining ecological and economic goals. En: Vandermeer J, Editor. Tropical agroecosystems. Boca Ratón, EU: CRC Press. 2003. p. 159-194.
- Persano Oddo L, Piro R. Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*. 2004;35(1):38-81.
- Porter-Bolland L. La apicultura y el paisaje maya. Estudio sobre la fenología de floración de las especies melíferas y su relación con el ciclo apícola en La Montaña, Campeche, México. *Mex Stud*. 2003;19(2):303-330.
- Ramalho M, Kleinert-Giovannini A, Imperatriz-Fonseca VL. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. *Apidologie*. 1989;20(3):185-195.
- Ramírez-Arriaga E, Navarro-Calvo LA, Díaz-Carbajal E. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*. 2011;50:40-54.
- Rangel JO, Garzón A. Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia. En: Rangel JO, Editor. Colombia, Diversidad Biótica I. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. 1995. p. 155-170.
- Rodríguez M. Oportunidades comerciales para productos apícolas. Bogotá: Biocomercio Sostenible, Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2006. p. 41.
- Salamanca Grosso G, Figueredo CR, Vargas EF. Origen botánico propiedades fisicoquímicas microbiológicas del polen colectado en algunas zonas apícolas de la Campiña de Boyacá [Resumen]. II Congreso Iberoamericano sobre Seguridad Alimentaria, V Congreso Español de Ingeniería de Alimentos. Barcelona. 2008. p. 1-7.
- Salonen A, Ollikka T, Grönlund E, Ruottinen L, Julkunen-Tiitto R. Pollen analyses of honey from Finland. *Grana*. 2009;48(4):281-289.
- Sánchez D. Calendarios apícolas para el suroeste antioqueño. Trabajos de investigación sobre abeja africanizada- Fase II. Miscelánea, Socolen, Comité Seccional de Antioquia. 1995;32:1-40.
- Sayas R, Huamán L. Determinación de la flora polinífera del valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecol Apl*. 2009;8(1-2):53-59.
- Schulz E, Lueke M. A two year pollen calendar for traditionally produced honey types from Gaya, southern Niger. *Grana*. 1994;33(4):254-259.
- Seijo MC, Aira MJ, Méndez J. Palynological differences in the pollen content of *Eucalyptus* honey from Australia, Portugal and Spain. *Grana*. 2003;42:183-190.
- Soria AC, Gonzalez M, Lorenzo C, Martinez-Castro I, Sanz J. Estimation of the honeydew ratio in honey samples from their physicochemical data and from their volatile composition obtained by SPME and GC-MS. *J Sci Food Agric*. 2005;85:817-824.
- Statgraphics Plus [Programa de ordenador] Versión 5.1. Rockville (MD): Manugistics; 1997.
- Terrab A, Valdés B, Díez MJ. Pollen analysis of honeys from the Mamora forest region (NW - Morocco). *Grana*. 2003;42(1):47-54.
- Tsigouri A, Passaloglou-Katrali M, Sabatakou O. Palynological characteristics of different unifloral honeys from Greece. *Grana*. 2004;43(2):122-128.
- Villanueva G. Nectar sources of European and Africanized honey bees (*Apis mellifera* L) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *J Apic Res*. 1994;33(1):44-58.
- Vit P, Hernández JA, Mercado R. Revisión sobre el conocimiento de las mieles uniflorales venezolanas. *MedULA*. 2006;15(1):29-39.
- Von Der Ohe W, Persano Oddo L, Piana ML, Morlot M, Martin P. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*. 2004;35:S18-S25.
- Yang Y, Battesti MJ, Djabou N, Muselli A, Paolini J, Tomi P, *et al*. Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Corsican "chestnut grove" honeys. *Food Chem*. 2012;132(4):2144-2154.
- Zuluaga CD, Díaz C, Quicazán MC. Quimiometría aplicada a la diferenciación por origen de productos de las abejas. *Alimentos Hoy*. 2011;20(24):23-46.

