



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Análisis polínico de mieles de cultivos orgánicos y convencionales de café en la Sierra Nevada de Santa Marta

Daniela Andrea León Bonilla

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Departamento de Biología
Bogotá D.C., Colombia
2014

Análisis polínico de mieles de cultivos orgánicos y convencionales de café en la Sierra Nevada de Santa Marta

Daniela Andrea León Bonilla

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencias- Biología.

Directora:
MSc. Guiomar Nates Parra
Profesora Titular
Departamento de Biología

Grupo de Investigación:
Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN)

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Departamento de Biología
Bogotá D.C., Colombia
2014

*A mi familia y Cris por su infinito apoyo y amor.
A Dios por tantas bendiciones.*

Agradecimientos

A Colciencias y a la Universidad Nacional de Colombia por la financiación del presente trabajo a través del PROYECTO: IDENTIFICACIÓN DE MARCADORES PARA MIEL DE ABEJAS ORIGINARIA DE CULTIVOS DE CAFÉ ORGÁNICO EN LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, Código 201010017326. Al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, a los integrantes del Laboratorio de Investigaciones en Abejas LABUN por su colaboración, especialmente a Paula Montoya por su enseñanza en palinología y a Fermín Chamorro por su constante colaboración; a Carlos Zuluaga por su asesoría en la parte estadística, al profesor Edgar Linares por su ayuda en la identificación de plantas, a la profesora Guiomar Nates por su tiempo y disposición, al grupo de trabajo de Apisierra a cargo de Jairo Marciano, la red Ecolsierra y Sara Cancino por su ayuda en campo. A los apicultores/caficultores de la Sierra Nevada de Santa Marta que permitieron realizar los muestreos en sus cultivos y enviaron sus muestras de miel.

Resumen

El trabajo se divide en dos partes. En la primera se realizaron análisis palinológicos con el fin de determinar el origen botánico de mieles provenientes de cafetales de la Sierra Nevada de Santa Marta. Los tipos polínicos más importantes fueron *Inga* sp. (guamo), *Coffea arabica* (café), *Baccharis* sp., *Austroeupatorium inulaefolium*, *Adenaria floribunda* y *Clibadium surinamense*. Se evidencia un alto potencial en la región para la producción de mieles monoflorales, que son las más apetecidas comercialmente. En la segunda parte del trabajo, se realizaron análisis polínicos que incluyeron los tipos polínicos provenientes de plantas anemófilas o que no producen néctar, con el fin de comparar el espectro polínico de mieles provenientes de fincas orgánicas y convencionales de la misma región. Se realizó además una caracterización de la vegetación asociada a los cafetales. Los tipos polínicos más abundantes y frecuentes fueron *Baccharis* sp., *Cecropia* sp., *Clibadium surinamense*, *Coffea arabica*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Inga* sp., *Mimosa* sp., Moraceae Tipo, *Parathesis* Tipo y *Piper* sp., destacándose aquellos anemófilos y de nuevo, el café y el guamo. No se encontraron diferencias significativas en la diversidad de las mieles, pero sí en la riqueza, siendo esta mayor en las mieles de fincas orgánicas. Tampoco hubo diferencias en la riqueza y diversidad de los árboles y arvenses, ni en los porcentajes de cobertura de arvenses y de sombra. El tipo de manejo de los cultivos parece no estar afectando las variables estudiadas, pero se recomiendan estudios de análisis de trazas de pesticidas para poder denominar como orgánicas a las mieles que lo ameriten.

Palabras clave: Palinología, cafetales, miel, *Apis mellifera*.

Abstract

The study is divided in two parts. In the first part there were performed palynological analysis in order to determine the botanical origin of honey from coffee plantations in the Sierra Nevada de Santa Marta. The most important pollen types were *Inga* sp. (“guamo”), *Coffea arabica* (coffee), *Baccharis* sp, *Austroeupatorium inulaefolium*, *Adenaria floribunda* and *Clibadium surinamense*. Evidenced high potential in the region for the production of unifloral honeys, which are most prized commercially. In the second part of the work, were performed pollen analyzes including pollen types from anemophilous plants or not produce nectar, in order to compare the pollen spectra of honeys from organic and conventional farms in the same región. A characterization of the vegetation associated with the coffee plantatios was also performed. The most abundant and frequent pollen types were *Baccharis* sp., *Cecropia* sp., *Clibadium surinamense*, *Coffea arabica*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Inga* sp, *Mimosa* sp., Moraceae type, *Parathesis* Type and *Piper* sp., highlighting those anemophile and again, the coffee and the guamo. No significant differences in diversity of honeys were found, but in richness, this being higher in organic farms honeys. There were no differences in the richness and diversity of trees and weeds, or in the percentages of weed cover and shade. The type of crop management seems not to be affecting the variables studied, but studies analyzing traces of pesticides are recommended to denominate as organic those honeys that warrant it.

Key Words: Palynology, coffee plantation, honey, *Apis mellifera*.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract	X
Lista de figuras.....	XII
Lista de tablas.....	XIII
Introducción.....	1
1. Origen botánico de mieles de la zona cafetera de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.....	3
1.1 Materiales y métodos.....	3
1.2 Resultados.....	5
1.3 Discusión.....	14
1.4 Conclusiones.....	16
1.5 Bibliografía	16
2. Vegetación y espectro polínico de mieles de cultivos orgánicos y convencionales de café	21
2.1 Materiales y métodos	21
2.1.1 Análisis de datos.....	23
2.2 Resultados	24
2.2.1 Espectro polínico de mieles	24
2.2.2 Vegetación asociada a los cultivos de café	29
2.3 Discusión	32
2.4 Conclusiones	38
2.5 Bibliografía	38
3. Conclusiones y Recomendaciones Generales..	42
A. Anexo: Microfotografías de los tipos de polen dominantes en las muestras analizadas en el capítulo 1.....	43
B. Anexo: Valores de riqueza y diversidad de las mieles analizadas en el capítulo 2	44

Lista de figuras

	Pág.
Capítulo 1	
Figura 1. Frecuencia de ocurrencia de los tipos polínicos	8
Figura 2. Tipos polínicos más frecuentes en las muestras de miel	9
Capítulo 2	
Figura 1. Análisis de componentes principales	27

Lista de tablas

	Pág.
Capítulo 1	
Tabla 1. Porcentaje de ocurrencia y frecuencias de clase.....	5
Tabla 2. Abundancias, frecuencia e importancia relativas de los tipos polínicos.....	10
Tabla 3. Clasificación y origen botánico de las muestras de miel	13
Capítulo 2	
Tabla 1. Datos de las fincas visitadas en Palmor.....	22
Tabla 2. Tipos polínicos encontrados en las mieles analizadas.....	24
Tabla 3. Análisis de riqueza y diversidad de mieles provenientes de fincas orgánicas y convencionales.....	28
Tabla 4. Meses en los que se cosecharon las muestras de miel analizadas.....	28
Tabla 5. Especies de árboles asociadas a los cultivos de café	29
Tabla 6. Plantas arvenses registradas en los cultivos de café	30
Tabla 7. Datos de la vegetación asociada a los cultivos de café	31

Introducción

La apicultura es una industria no contaminante, que protege el ambiente al necesitar de la biodiversidad vegetal y de las abejas (Vit *et al.* 2006). La apicultura colombiana es una actividad económica muy importante que se encuentra en consolidación y se caracteriza por la presencia de un gran número de apicultores que generan productos de las abejas de interés para los mercados, principalmente de la miel y de otros productos como el polen apícola, los propóleos y la jalea real (*et al.* 2010), que cada vez toman mayor importancia en el mercado de alimentos y productos naturales (Díaz & Díaz 2005).

De acuerdo con la FAO (2013) una de las ventajas de la agricultura orgánica es mantener zonas naturales dentro y alrededor de los campos de cultivo, y puesto que no se utilizan insumos químicos, se propicia un hábitat adecuado para la flora y la fauna silvestres. Estos hábitats ofrecen alimento y abrigo, y ya que no se utilizan plaguicidas, se propicia el retorno de especies que habitaron la zona y la llegada de especies de flora y fauna y organismos benéficos para el sistema orgánico, como polinizadores y depredadores de las plagas (FAO 2013).

Para que un producto pueda ser vendido como orgánico, debe tener una certificación válida, conocida por el consumidor, y que debe estar impresa en una etiqueta adherida al producto certificando que cumple las normas de calidad orgánica (FAO 2013).

El café (*Coffea arabica*) es uno de los productos que se maneja bajo este sistema de producción. El café orgánico se cultiva en un sistema sostenible de producción y procesamiento en el cual no se utilizan químicos de síntesis como plaguicidas, defoliantes, herbicidas y fertilizantes, los cuales se reemplazan por métodos naturales o con mínimo riesgo para la salud de los seres vivos y que preservan el medio ambiente (Esguerra 2011). Generalmente este cultivo se realiza bajo sombra (Díaz & Ávila 2002). Para que un caficultor pueda vender su café como orgánico, el cultivo debe estar certificado por una entidad con reconocimiento mundial y pasar por un proceso de desintoxicación o transición que dura entre dos y tres años (Farfán 2007).

Colombia es el tercer exportador más importante de café (International Coffee Organization 2012) y lograr tener diferenciada una miel monofloral de café, o propia de cafetales (teniendo en cuenta además del café otras especies asociadas a éste), e incluso con certificación orgánica, sería un gran paso para favorecer la economía nacional, especialmente en la Sierra Nevada de Santa Marta. Allí, muchos de los caficultores tienen como actividad secundaria la apicultura, por lo que resulta una buena alternativa el hecho de relacionar ambas prácticas de la mejor manera y así obtener el mayor provecho de sus recursos.

Estas dos prácticas (apicultura y caficultura) se encuentran ligadas, ya que las flores de café son una fuente importante de néctar para las abejas, y a partir de ello se puede llegar a obtener una miel monofloral de café como producto diferenciado.

En la Sierra Nevada de Santa Marta actualmente se tienen cafetales convencionales, con certificación orgánica, y en transición de un sistema de manejo a otro. Se sabe que la calidad de las mieles depende de la flora disponible (incluyendo los cultivos de café y las especies asociadas a ellos) y de las prácticas agrícolas, relacionadas con el uso de la tierra y el nivel de intervención (Principal *et al.* 2012).

Este trabajo tuvo el objetivo de establecer diferencias en la vegetación y en el origen botánico de mieles provenientes de cultivos orgánicos y convencionales de café de la Sierra Nevada de Santa Marta. En el primer capítulo, se analizan las mieles de la zona cafetera de la Sierra en general y se determina el origen botánico de éstas. En el segundo se realiza un análisis de la vegetación presente en cada cultivo y del espectro polínico que tienen las mieles que provienen de los diferentes tipos de cultivos para establecer diferencias entre ellos.

1. Origen botánico de mieles de la zona cafetera de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Las abejas melíferas recogen el néctar de las flores para obtener la energía que necesitan, y es además la materia prima que utilizan para producir miel (Michener 1979, Díaz-Foriester *et al.* 2009, Principal *et al.* 2012). Dependiendo de la región y de las plantas de donde obtengan el néctar, se ha encontrado que las mieles tienen diferentes características en cuanto a su composición tanto físico química como botánica (Zuluaga *et al.* 2011, Principal *et al.* 2012, Nates-Parra *et al.* 2013). Conocer las fuentes de recursos de las abejas en determinada región, es posible gracias a los análisis palinológicos, en los que se observan los granos de polen presentes en la miel, y con base en ello se determinan las plantas que fueron visitadas por las abejas (Principal *et al.* 2012). Es por todo esto que la palinología se ha convertido en una importante herramienta que permite a los apicultores saber qué están necesitando y utilizando sus abejas, para que conserven plantas de importancia nectarífera (Ramírez-Arriaga *et al.* 2011).

La Sierra Nevada de Santa Marta es considerada un sitio que alberga una alta biodiversidad, que cuenta con una cantidad importante de especies vegetales (Rangel y Garzón 1995), y donde las condiciones ambientales y la altura lo permiten, predominan los cultivos de café, principalmente bajo sombra, caracterizados también por poseer una gran diversidad de flora y fauna (Perfecto *et al.* 1996).

La caracterización y diferenciación de las mieles por su origen botánico, permite al apicultor darles un valor agregado y favorecer las prácticas apícolas de la región (Ramírez-Arriaga *et al.* 2011). Actualmente se conoce el origen geográfico, botánico y las características fisicoquímicas de mieles de algunas regiones de Colombia, incluyendo la Sierra Nevada de Santa Marta (Corral 1984, Girón 1995, Bogotá *et al.* 2001, Zuluaga *et al.* 2011, Nates-Parra *et al.* 2013). Sin embargo, no hay estudios que establezcan diferencias entre las mieles que se producen en apiarios asociados a fincas orgánicas y convencionales.

1.1 Materiales y métodos

La zona de estudio se encuentra ubicada en el departamento de Magdalena, en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Las muestras analizadas provienen de los municipios de Ciénaga, Santa Marta, Fundación y Aracataca (Tabla 1), de fincas localizadas en alturas que varían de 500 a 2000 msnm. La temperatura promedio anual puede variar entre 12-24 °C y la precipitación entre 500 y 7000 mm³.

Tabla 1. Datos de las localidades de donde se recibieron mieles y cantidad de muestras por localidad.

Localidad	Coordenadas	Cantidad de muestras
Ciénaga	11°00'N; 74°15'0W	56
Santa Marta	11°14'N; 74°12'W	9
Fundación	10°31'N; 74°11'W	8
Aracataca	10°31'N; 74°12'W	4

Se analizaron en total 77 muestras de miel, que fueron cosechadas por los apicultores de la región durante los años 2012 y 2013. Las muestras llegaban directamente al Laboratorio del ICTA donde eran distribuidas a los laboratorios que participaron en este estudio (Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA, y Melisopolinología-LABUN en Biología).

Se tomaron 10 mL de cada muestra, siempre que fue posible, y se les realizó el proceso de acetólisis siguiendo el método de Erdtman (1969) modificado por Fonnegra (1989).

Se realizaron montajes de las muestras y se contaron por cada una mínimo 300 granos; se excluyeron los granos de especies anemófilas, ya que se entiende que las abejas no están recogiendo néctar realmente, y por ello no son plantas de las que pueda obtenerse miel; luego se realizó la identificación de los tipos polínicos con ayuda de las palinotecas de referencia del Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN) y del Instituto de Ciencias Naturales, y de catálogos de referencia (Moreno y Devia 1982, Roubik y Moreno 1991, Willard *et al.* 2004, Giraldo *et al.* 2011).

Los tipos polínicos se clasificaron como predominante ($P \geq 45\%$), secundario ($S = 16-45\%$), importante menor ($I = 3-15\%$), polen menor ($M \leq 3\%$). De acuerdo a los porcentajes de ocurrencia se clasificaron como raro ($< 10\%$), menos frecuente (10-20%), frecuente (20-50%) y muy frecuente ($> 50\%$) (Louveaux *et al.* 1970).

Las mieles se clasificaron de acuerdo a los porcentajes de abundancia de las especies como: monoflorales cuando hay una especie dominante ($N \geq 45\%$); oligoflorales, cuando hay dos o más especies secundarias de una misma familia, ($15\% \leq N < 45\%$); poliflorales, cuando hay dos (biflorales) o más especies secundarias de distintas familias ($15\% \leq N < 45\%$) y multiflorales cuando no hay ninguna especie secundaria o dominante ($N < 15\%$) (Louveaux *et al.* 1970, Ramírez-Arriaga *et al.* 2011).

Para cada morfotipo polínico se determinó la Abundancia Relativa (AR), Frecuencia Relativa (FR) e Importancia Relativa (IR) de la siguiente forma:

AR = Número de granos especie x / Número total granos en muestra y

FR = Número de muestras donde aparece especie x / Número total de muestras

IR = AR*FR

1. 2 Resultados

Se registraron 95 tipos polínicos pertenecientes a 43 familias botánicas, de los cuales fue posible identificar 36 hasta especie, 44 hasta género, 14 hasta familia y 1 indeterminado.

En la Tabla 2 se puede observar que las familias mejor representadas fueron Asteraceae con 15 tipos polínicos, Fabaceae y Malvaceae con 8 cada una, Boraginaceae con 5 y Sapindaceae con 4, y que la gran mayoría de los tipos polínicos encontrados corresponden a plantas nativas. En promedio, se encontraron 25 tipos polínicos por muestra. Sin embargo, la mayoría de los tipos polínicos encontrados tuvo un bajo porcentaje de ocurrencia, siendo raros en las muestras (Figura 1).

Tabla 2. Porcentaje de ocurrencia y frecuencias de clase. Los tipos polínicos subrayados corresponden a especies introducidas. P= Polen predominante, S= Polen secundario, IM= Importante menor, PM= Polen menor.

Familia	Tipo polínico	P	S	IM	PM	% de Ocurrencia
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	0	7,79	29,87	45,45	83,12
Rubiaceae	<u><i>Coffea arabica</i></u>	3,90	11,69	18,18	45,45	79,22
Asteraceae	<i>Austroeupatorium inulaefolium</i>	1,30	1,30	29,87	45,45	77,92
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	25,97	15,58	16,88	18,18	76,62
Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i>	0	3,90	23,38	45,45	72,73
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	0	1,30	16,88	49,35	67,53
Asteraceae	<i>Clibadium surinamense</i>	1,30	3,90	22,08	37,66	64,94
Rubiaceae	<i>Spermacoce</i> sp.	0	1,30	2,60	61,04	64,94
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	0	0	19,48	44,16	63,64
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	1,30	0	2,60	57,14	61,04
Asteraceae	<u><i>Emilia sonchifolia</i></u>	0	0	2,60	54,55	57,14
Dilleniaceae	<i>Dolioscarpus dentatus</i>	0	5,19	16,88	32,47	54,55
Primulaceae	<u><i>Parathesis</i></u> Tipo	1,30	3,90	14,29	32,47	51,95
Asteraceae	<u><i>Critonia</i></u> Tipo.	0	3,90	11,69	32,47	48,05
Cleomaceae	Cleomaceae Tipo	0	6,49	11,69	29,87	48,05
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	1,30	6,49	16,88	22,08	46,75
Actinidaceae	<i>Saurauia aromatica</i>	0	0	1,30	44,16	45,45
Asteraceae	<i>Vernonanthura</i> Tipo	0	0	7,79	36,36	44,16
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	0	1,30	6,49	35,06	42,86
Asteraceae	<i>Eirmocephala brachiata</i>	0	0	2,60	38,96	41,56

Familia	Tipo polínico	P	S	IM	PM	% de Ocurrencia
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0	0	5,19	35,06	40,26
Dilleniaceae	<i>Davilla</i> sp.	0	0	7,79	31,17	38,96
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	0	0	2,60	33,77	36,36
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	0	3,90	3,90	28,57	36,36
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	0	1,30	11,69	23,38	36,36
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	1,30	0	3,90	29,87	35,06
Balsaminaceae	<i>Impatiens balsamina</i>	0	0	1,30	32,47	33,77
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> Tipo	0	0	2,60	29,87	32,47
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i>	0	0	0	32,47	32,47
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	0	0	6,49	24,68	31,17
Asteraceae	Asteraceae Tipo 1	0	0	5,19	23,38	28,57
Phyllantaceae	<i>Hieronyma</i> sp.	0	1,30	3,90	20,78	25,97
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	0	1,30	7,79	15,58	24,68
Melastomataceae	Melastomataceae Tipo 1	0	0	5,19	19,48	24,68
Myrtaceae	<u><i>Eucalyptus</i> sp.</u>	0	0	1,30	22,08	23,38
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp.	0	0	3,90	18,18	22,08
Malvaceae	<u><i>Abutilon</i> sp.</u>	0	0	0	20,78	20,78
Arecaceae	<i>Bactris</i> sp.	0	1,30	2,60	15,58	19,48
Fabaceae	<u><i>Acacia</i> sp.</u>	0	5,19	6,49	6,49	18,18
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.	0	1,30	2,60	14,29	18,18
Araliaceae	<i>Dendropanax</i> sp.	0	0	2,60	14,29	16,88
Fabaceae	<i>Erythrina</i> sp.	0	0	0	16,88	16,88
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	0	1,30	1,30	14,29	16,88
Asteraceae	Asteraceae Tipo 2	0	0	1,30	12,99	14,29
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i>	0	1,30	7,79	5,19	14,29
Asteraceae	Asteraceae Tipo 3	0	0	0	12,99	12,99
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	0	0	0	11,69	11,69
Myrtaceae	<u><i>Syzygium</i> sp.</u>	0	0	1,30	10,39	11,69
Rhamnaceae	<i>Gouania</i> sp.	0	2,60	0	9,09	11,69
Euphorbiaceae	<u><i>Ricinus communis</i></u>	0	0	1,30	9,09	10,39
Asteraceae	<i>Acmella</i> sp.	0	0	0	9,09	9,09
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	0	0	1,30	7,79	9,09
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	0	0	0	9,09	9,09
Myrtaceae	Myrtaceae Tipo	0	0	1,30	7,79	9,09

Familia	Tipo polínico	P	S	IM	PM	% de Ocurrencia
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.	0	0	0	9,09	9,09
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus</i> sp.	0	0	2,60	5,19	7,79
Cunoniaceae	<i>Weinmannia</i> sp.	0	0	2,60	5,19	7,79
Melastomataceae	Melastomataceae					
Melastomataceae	Tipo 2	0	0	1,30	6,49	7,79
Boraginaceae	<i>Cordia spinescens</i>	0	0	0	6,49	6,49
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	2,60	1,30	1,30	1,30	6,49
Fabaceae	<i>Aeschynomene americana</i>	0	0	0	6,49	6,49
Fabaceae	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0	1,30	1,30	3,90	6,49
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	0	1,30	0	5,19	6,49
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	0	0	2,60	2,60	5,19
Boraginaceae	<i>Tournefortia</i> sp.	0	0	0	5,19	5,19
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	0	1,30	1,30	2,60	5,19
Indeterminado	Indeterminado Tipo	0	0	0	5,19	5,19
Boraginaceae	<i>Heliotropium</i> sp.	0	0	0	3,90	3,90
Combretaceae	Combretaceae Tipo	0	0	0	3,90	3,90
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	0	0	0	3,90	3,90
Malvaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i>	0	0	1,30	2,60	3,90
Rubiaceae	<i>Warszewiczia coccinea</i>	0	0	0	3,90	3,90
Solanaceae	Solanaceae Tipo	0	0	0	3,90	3,90
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea</i> sp.	1,30	1,30	0	0	2,60
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	0	0	1,30	1,30	2,60
Malvaceae	<i>Melochia parvifolia</i>	0	0	1,30	1,30	2,60
Phytolaccaceae	Phytolaccaceae Tipo	0	0	1,30	1,30	2,60
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	0	0	0	2,60	2,60
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp.	0	0	0	2,60	2,60
Sapindaceae	<i>Melicoccus</i> sp.	0	0	0	2,60	2,60
Solanaceae	<i>Brugmansia</i> sp.	0	0	0	2,60	2,60
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	0	0	0	2,60	2,60
Adoxaceae	<i>Viburnum</i> sp.	0	0	0	1,30	1,30
Arecaceae	Arecaceae Tipo	0	0	0	1,30	1,30
Arecaceae	<i>Attalea</i> sp.	0	0	0	1,30	1,30
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	0	0	0	1,30	1,30
Brassicaceae	Brassicaceae Tipo	0	0	1,30	0	1,30

Familia	Tipo polínico	P	S	IM	PM	% de Ocurrencia
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus</i> sp.	0	0	1,30	0	1,30
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	1,30	1,30
Malpighiaceae	Malpighiaceae Tipo	0	0	0	1,30	1,30
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	0	0	0	1,30	1,30
Myricaceae	Myricaceae Tipo	0	0	0	1,30	1,30
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	0	0	0	1,30	1,30
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta</i> sp.	0	0	0	1,30	1,30
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	0	0	0	1,30	1,30

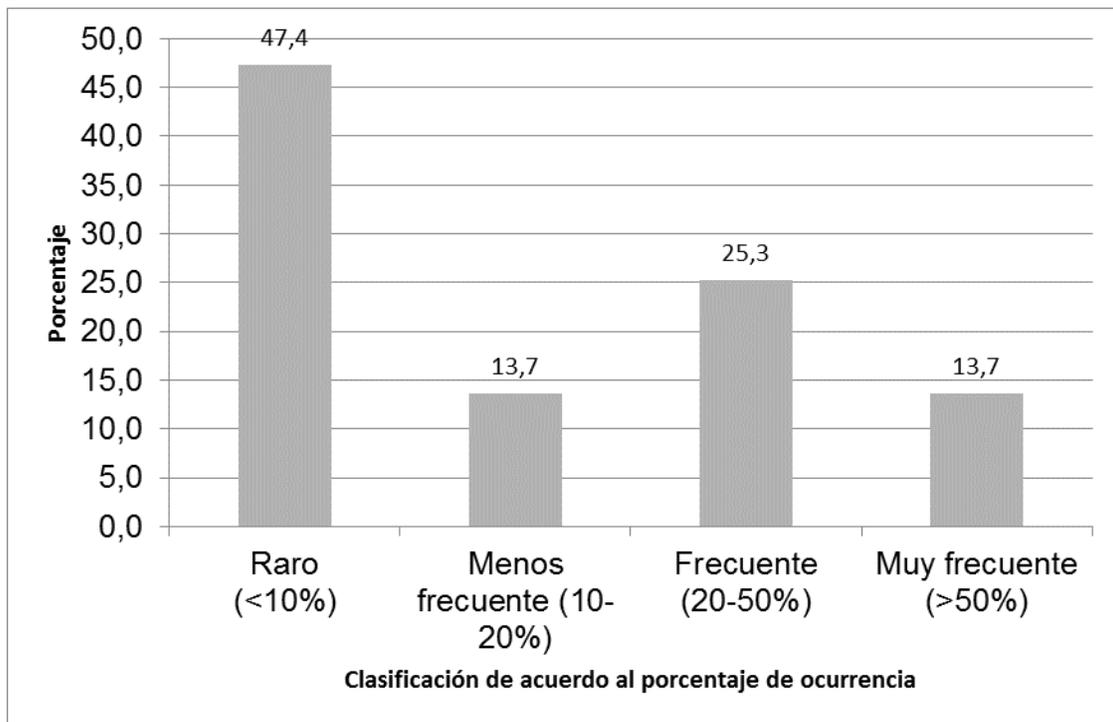


Figura 1. Frecuencia de ocurrencia de los tipos polínicos.

Los tipos polínicos más frecuentes fueron *Baccharis* sp, *Coffea arabica*, *Austroeupatorium inulaefolium*, *Inga* sp., *Adenaria floribunda*, *Heliocarpus americanus*, *Clibadium surinamense*, *Spermacoce* sp., *Croton* sp. y *Vitis tilifolia*. (Figura 2).

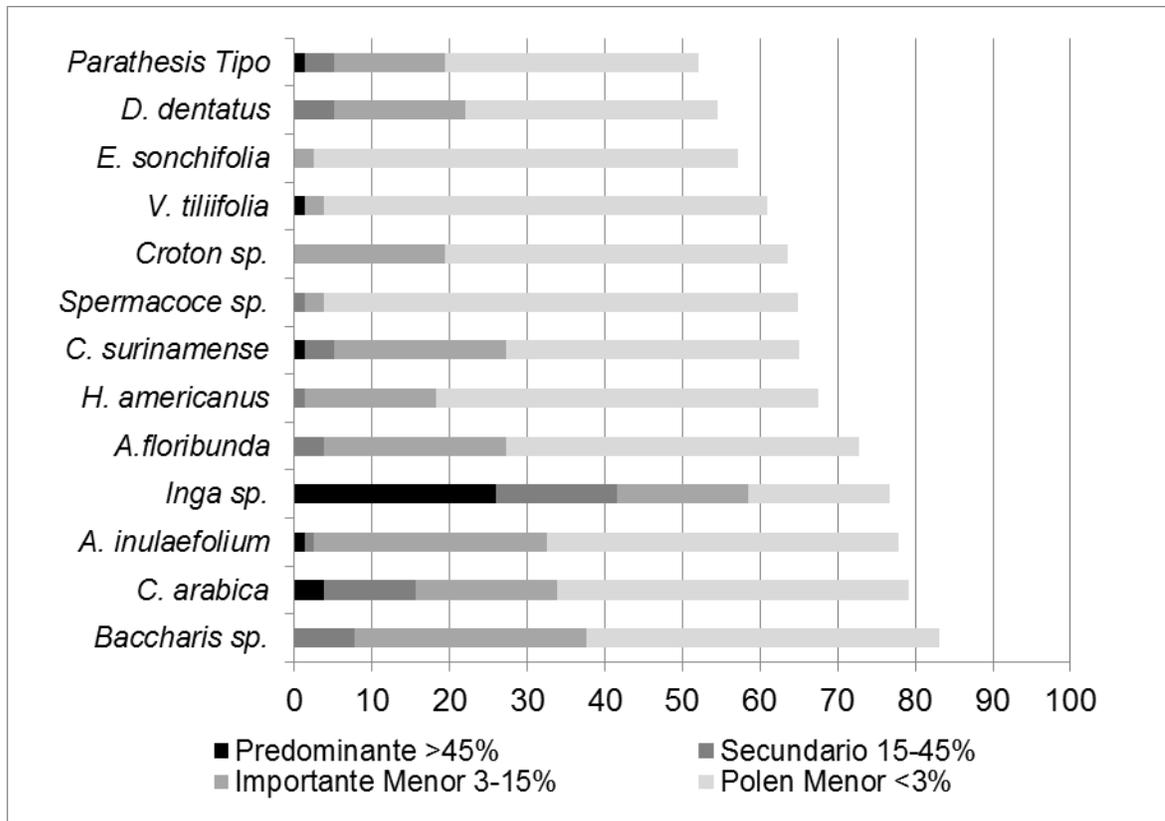


Figura 2. Tipos polínicos más frecuentes en las muestras de miel.

Los tipos polínicos más abundantes fueron *Inga sp.*, *C. arabica*, *Baccharis sp.*, *A. inulaefolium*, *M. calabura*, *C. surinamense*, *A. floribunda* y *Parathesis Tipo*. Teniendo en cuenta estas dos variables (Abundancia y Frecuencia), los que tuvieron, en su orden, la mayor importancia relativa fueron *Inga sp.*, *C. arabica*, *Baccharis sp.*, *A. inulaefolium*, *A. floribunda* y *C. surinamense* (Tabla 3).

Tabla 3. Abundancia relativa (AR), Frecuencia relativa (FR) e Importancia relativa (IR) de los tipos polínicos encontrados en las muestras de miel.

Familia	Especie	AR	FR	IR
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	24,65343	0,76623	18,89029
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	7,74590	0,79221	6,13636
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	4,50474	0,83117	3,74420
Asteraceae	<i>Austroeupatorium inulaefolium</i>	4,27929	0,77922	3,33451
Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i>	3,23882	0,72727	2,35550
Asteraceae	<i>Clibadium surinamense</i>	3,43831	0,64935	2,23267
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	3,71951	0,46753	1,73899
Primulaceae	<i>Parathesis</i> Tipo	3,17911	0,51948	1,65149
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i>	2,51975	0,54545	1,37441
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	1,81427	0,67532	1,22522
Cleomaceae	Cleomaceae Tipo	2,47398	0,48052	1,18880
Asteraceae	<i>Critonia</i> Tipo	2,11733	0,48052	1,01742
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	1,48032	0,61039	0,90357
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	1,40901	0,63636	0,89664
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	1,84820	0,36364	0,67207
Rubiaceae	<i>Spermacoce</i> sp.	0,92890	0,64935	0,60318
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	1,56334	0,35065	0,54818
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	1,07072	0,42857	0,45888
Dilleniaceae	<i>Davilla</i> sp.	1,05753	0,38961	0,41203
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	1,12028	0,36364	0,40737
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>	0,69770	0,57143	0,39868
Asteraceae	<i>Vernonanthura</i> Tipo	0,83463	0,44156	0,36854
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.	1,80574	0,18182	0,32832
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	1,02576	0,24675	0,25311
Asteraceae	<i>Eirmocephala brachiata</i>	0,51948	0,41558	0,21589
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0,53382	0,40260	0,21491
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i> sp.	0,76324	0,25974	0,19824
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	0,50414	0,36364	0,18333
Actinidaceae	<i>Saurauia aromatica</i>	0,39693	0,45455	0,18042
Asteraceae	Asteraceae Tipo 1	0,54738	0,28571	0,15639
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	0,45698	0,31169	0,14243
Arecaceae	<i>Bactris</i> sp.	0,69947	0,19481	0,13626
Rhamnaceae	<i>Gouania</i> sp.	1,16437	0,11688	0,13610
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i>	0,89319	0,14286	0,12760

Familia	Especie	AR	FR	IR
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	0,75181	0,16883	0,12693
Balsaminaceae	<i>Impatiens balsamina</i>	0,36072	0,33766	0,12180
Melastomataceae	Melastomataceae Tipo 1	0,44031	0,24675	0,10865
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> Tipo	0,32096	0,32468	0,10421
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	1,56262	0,06494	0,10147
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.	0,51714	0,18182	0,09403
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp.	0,35864	0,22078	0,07918
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i>	0,20249	0,32468	0,06574
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	0,22224	0,23377	0,05195
Araliaceae	<i>Dendropanax</i> sp.	0,26428	0,16883	0,04462
Fabaceae	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,55899	0,06494	0,03630
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	0,53074	0,06494	0,03446
Malvaceae	<i>Abutilon</i> sp.	0,14781	0,20779	0,03071
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea</i> sp.	1,00716	0,02597	0,02616
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	0,22803	0,10390	0,02369
Asteraceae	Asteraceae Tipo 2	0,13981	0,14286	0,01997
Myrtaceae	<i>Syzygium</i> sp.	0,16460	0,11688	0,01924
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	0,36419	0,05195	0,01892
Fabaceae	<i>Erythrina</i> sp.	0,10002	0,16883	0,01689
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus</i> sp.	0,20659	0,07792	0,01610
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	0,17260	0,09091	0,01569
Melastomataceae	Melastomataceae Tipo 2	0,18111	0,07792	0,01411
Asteraceae	Asteraceae Tipo 3	0,10700	0,12987	0,01390
Cunoniaceae	<i>Weinmannia</i> sp.	0,15629	0,07792	0,01218
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	0,09189	0,11688	0,01074
Myrtaceae	Myrtaceae Tipo	0,11272	0,09091	0,01025
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	0,18983	0,05195	0,00986
Asteraceae	<i>Acmella</i> sp.	0,09358	0,09091	0,00851
Boraginaceae	<i>Cordia spinescens</i>	0,08757	0,06494	0,00569
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	0,05203	0,09091	0,00473
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.	0,04030	0,09091	0,00366
Malvaceae	<i>Melochia parvifolia</i>	0,13284	0,02597	0,00345

Familia	Especie	AR	FR	IR
Phytolaccaceae	Phytolaccaceae Tipo	0,11781	0,02597	0,00306
	<i>Pseudobombax</i>			
Malvaceae	<i>septenatum</i>	0,07768	0,03896	0,00303
Indeterminado	Indeterminado tipo	0,04692	0,05195	0,00244
	<i>Aeschynomene</i>			
Fabaceae	<i>americana</i>	0,03496	0,06494	0,00227
Rubiaceae	<i>Warszewiczia coccinea</i>	0,04081	0,03896	0,00159
Boraginaceae	<i>Tournefortia</i> sp.	0,02697	0,05195	0,00140
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	0,05387	0,02597	0,00140
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus</i> sp.	0,10243	0,01299	0,00133
Solanaceae	Solanaceae Tipo	0,02321	0,03896	0,00090
	<i>Gaiadendron</i>			
Loranthaceae	<i>punctatum</i>	0,01886	0,03896	0,00073
Brassicaceae	Brassicaceae Tipo	0,05154	0,01299	0,00067
Boraginaceae	<i>Heliotropium</i> sp.	0,01534	0,03896	0,00060
Sapindaceae	<i>Melicoccus</i>	0,02172	0,02597	0,00056
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	0,03330	0,01299	0,00043
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp.	0,01661	0,02597	0,00043
Combretaceae	Combretaceae Tipo	0,01047	0,03896	0,00041
Solanaceae	<i>Brugmansia</i> sp.	0,01235	0,02597	0,00032
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	0,01129	0,02597	0,00029
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	0,01829	0,01299	0,00024
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	0,00789	0,02597	0,00020
Arecaceae	<i>Attalea</i> sp.	0,00863	0,01299	0,00011
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	0,00593	0,01299	0,00008
Adoxaceae	<i>Viburnum</i> sp.	0,00427	0,01299	0,00006
Malpighiaceae	Malpighiaceae Tipo	0,00398	0,01299	0,00005
Arecaceae	Arecaceae Tipo	0,00392	0,01299	0,00005
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	0,00390	0,01299	0,00005
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	0,00381	0,01299	0,00005
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta</i> sp.	0,00366	0,01299	0,00005
Myricaceae	Myricaceae Tipo	0,00280	0,01299	0,00004

Se encontraron en total 33 mieles monoflorales, 21 biflorales, 5 oligoflorales, 5 poliflorales y 13 multiflorales (Tabla 4). En el anexo 1 se pueden observar las microfotografías de los granos de polen que fueron dominantes en más del 45% de la muestra, y en consecuencia derivaron en las mieles monoflorales.

Tabla 4. Clasificación y origen botánico de las muestras de miel.

Cultivo orgánico		
Tipo	No. de muestras	Origen botánico
Monofloral	4	<i>Coffea arabica</i>
	1	<i>Parathesis</i> Tipo
	20	<i>Inga</i> sp.
	2	<i>Sloanea</i> sp.
	1	<i>Arrabidaea</i> sp.
	1	<i>Astronium graveolens</i>
	1	<i>Austroeupatorium inulaefolium</i>
	1	<i>Clibadium surinamense</i>
	1	<i>Vitis tiliifolia</i>
	1	<i>Muntingia calabura</i>
Bifloral	3	<i>Coffea arabica</i> + <i>Bursera simaruba</i>
	1	<i>Parathesis</i> Tipo + <i>Coffea arabica</i>
	1	<i>Coffea arabica</i> + <i>Anacardium excelsum</i>
	1	Cleomaceae Tipo + <i>Sloanea</i> sp.
	1	<i>Inga</i> sp. + <i>Adenaria floribuna</i>
	1	<i>Gouania</i> sp. + <i>Gliricidia sepium</i>
	1	<i>Heliocarpus americanus</i> + <i>Clibadium surinamense</i>
	1	<i>Hyeronima</i> sp. + <i>Inga</i> sp.
	1	<i>Inga</i> sp. + <i>Baccharis</i> sp.
	1	<i>Bactris</i> sp.+ <i>Inga</i> sp.
	1	Cleomaceae Tipo + <i>Dolliocarpus dentatus</i>
	2	<i>Inga</i> sp. + <i>Acacia</i> sp.
	1	<i>Muntingia calabura</i> + <i>Parathesis</i> Tipo
	1	<i>Gouania</i> sp. + <i>Platymiscium pinnatum</i>
	1	<i>Inga</i> sp. + <i>Clibadium surinamense</i>
	1	<i>Critonia</i> Tipo + <i>Trifolium pratense</i>
1	<i>Baccharis</i> sp. + <i>Dolliocarpus dentatus</i>	
1	<i>Spermacoce</i> sp.+ <i>Inga</i> sp.	
Oligofloral	5	Asteraceae
Polifloral	1	<i>Coffea arabica</i> + <i>Critonia</i> Tipo + <i>Anacardium excelsum</i>
	1	<i>Paulinia</i> sp. + <i>Baccharis</i> sp. + <i>Heliocarpus americanus</i>
	1	<i>Muntingia calabura</i> + <i>Austroeupatorium inulaefolium</i> + Cleomaceae Tipo
	1	<i>Clibadium surinamense</i> + <i>Inga</i> sp. + Cleomaceae Tipo
	1	Cleomaceae Tipo + <i>Muntingia calabura</i> + <i>Dolliocarpus dentatus</i>
Multifloral	13	
TOTAL	77	

1.3 Discusión

Las mieles analizadas presentaron gran cantidad de tipos polínicos; esto puede atribuirse a que *Apis mellifera* es una especie generalista (Michener 1979) y a que existe un gran mosaico de especies vegetales en la zona cafetera de la Sierra Nevada de Santa Marta (Rangel y Garzón 1995). Sin embargo, aunque aparecieron muchos tipos polínicos, las abejas tienen una preferencia por un grupo reducido de plantas, como se evidencia en los datos de abundancia. La mayor abundancia de guamo (*Inga* sp.) y café (*C. arabica*) puede estar relacionada con la gran cantidad de individuos de estas especies que se encuentran en la zona y por lo tanto, las abejas toman los recursos que tienen a su disposición; Díaz-Lozada *et al.* (1995) mencionan que la gran abundancia de ciertas plantas en el entorno puede influir en la actividad forrajera de las abejas.

El hecho de que el 42% de las mieles analizadas sean monoflorales demuestra el potencial de la región para producir estas mieles, teniendo en cuenta las épocas de cosecha de la miel y de la floración de las plantas, especialmente del guamo y el café, que son bien conocidas por los productores y abundantes en los cafetales para poder brindar los recursos suficientes para ello. Mieles monoflorales de estas dos plantas ya habían sido reportadas en Colombia (Nates-Parra *et al.* 2013). Es importante anotar que el término monofloral o unifloral se aplica a mieles que provienen principalmente de una especie vegetal, pero la miel nunca se deriva de una única fuente (Anklam 1998). Esto se vuelve aún más complejo en un ambiente como el de la Sierra Nevada, donde la diversidad es enorme y las abejas tienen muchas fuentes para obtener sus recursos, contrario a países con estaciones, donde generalmente hay extensiones de cientos de hectáreas de una misma especie que florece en una época fija y que permite que la obtención de mieles monoflorales sea un poco más fácil y su origen botánico más fiable.

La producción, investigación y comercialización de mieles monoflorales de especies que son representativas de regiones particulares es importante para generar valor agregado que beneficia tanto a los productores como a los comerciantes apícolas (García 2003, Rodríguez-Flores *et al.* 2012, Rodríguez de la Cruz *et al.* 2013). Por esto la certificación del origen botánico monofloral de mieles provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta, y de especies vegetales que aunque son introducidas son importantes en la economía (café) permitirá catalogar estas mieles como “mieles de cafetales de la SNSM”, teniendo en cuenta no solo la alta frecuencia de morfotipos de café y guamo (planta nativa utilizada para dar sombrero a los cafetales), sino también la presencia de granos de polen que permiten determinar su origen geográfico como *Cecropia* sp. y *Piper* sp. (Nates-Parra *et al.* 2013). Al igual que en este trabajo, en el que se encontraron granos de especies cultivadas y acompañantes, lo hicieron Basilio y Romero (1996) en sus mieles analizadas.

En el presente trabajo se tuvo constante el porcentaje establecido universalmente para clasificar una miel como monofloral (45%), pero para muchas especies de las que ya se conoce con mayor profundidad la cantidad de néctar y polen producido, estos porcentajes pueden variar, como ocurre con las mieles de cítricos y eucaliptos en algunas regiones del mundo (García-Pérez 2003, Karabourniot *et al.* 2006, Alissandrakis *et al.* 2011).

Las mieles que se clasificaron como oligoflorales fueron todas de Asteraceae, lo cual demuestra lo importantes que son las especies de esta familia como fuentes de néctar y polen para las abejas, como ya se ha encontrado en otros trabajos realizados con *A. mellifera* (Nates-Parra *et al.* 2013, Principal *et al.* 2012, Ramírez-Arriaga *et al.* 2011). *A. inulaefolium*, *Baccharis* sp., *C. surinamense* fueron asteráceas importantes que se encontraron en las mieles. El género *Baccharis* fue el tipo polínico con mayor porcentaje de ocurrencia en las muestras, y aunque no se encontró como dominante en ninguna miel, y sólo se vio reflejado en una miel bifloral junto con *Inga* sp., este porcentaje de ocurrencia demuestra que es un recurso importante para las abejas, al aparecer en muestras provenientes de todos los municipios y diferentes épocas de cosecha de miel. En el trabajo de Salgado y Pire (1998) en muestras de miel de Argentina, se evidencia como un recurso secundario importante e incluso se encontró una miel monofloral de este género. En mieles de Uruguay, también es registrado como polen acompañante o como se nombra en el presente trabajo, importante menor (Corbella *et al.* 2005) y en mieles de Argentina es mencionado como uno de los tipos polínicos con mayor aparición (Basilio y Romero 1996).

Eucalyptus sp., que es un género introducido, sólo se registró en el 23% de las muestras y en casi todas con porcentajes <3%, contrario a lo que se encuentra en diversas publicaciones donde es un recurso siempre dominante y frecuente en mieles de *A. mellifera* (Telleria y Devesa 1995, Basilio y Romero 1996, Salgado y Pire 1998, Corbella *et al.* 2005, Principal *et al.* 2012, Nates-Parra *et al.* 2013).

Se observó que la gran mayoría de las especies recolectadas por las abejas y encontradas en las mieles, son nativas (87%). Esto es importante en la medida en que las abejas pueden estar sirviendo como polinizadores eficientes en muchas de estas especies, y de esta manera conservar la flora nativa de la zona. El café es la especie foránea más importante en los recursos de las abejas, y debe atribuirse seguramente a la gran cantidad de individuos, al ser un cultivo predominante en la zona. El hecho de que sólo un 13% de las plantas que aparecen en las mieles sean introducidas, muestra que la SNSM es un lugar bien preservado, y que a pesar de que hay especies foráneas, siguen prefiriendo en cierta medida la flora nativa que tienen disponible.

Algunos de los tipos encontrados como los más frecuentes en las muestras, han sido reportados como recursos de las abejas (incluyendo nativas) en diferentes trabajos: *Croton* sp. (Salgado y Pire 1998, Pereira *et al.* 2010), *A. floribunda* y *H. americanus* (Obregón *et al.* 2013), *V. tiliifolia* (Obregón y Nates 2014), *E. sonchifolia* (Obregón 2011). El género *Spermacoce* se encontró sólo representado por la especie *S. verticillata* en un trabajo sobre mieles en Brasil (Liberato *et al.* 2013), pero esta no es la especie que se ha observado en visitas a la región de estudio, la cual es una hierba y se identificó hasta género. De *Parathesis* Tipo y *D. dentatus*, no se encontraron registros, pero son plantas que de igual manera se observaron en las zonas aledañas a los cafetales en la región de estudio.

Fabaceae fue una de las familias que más tipos polínicos aportó incluyendo a *Inga* sp. Es pertinente mencionar que los granos de polen de *Inga* sp. se contaron como mónadas. Esto podría llevar a pensar que es un tipo polínico sobrerrepresentado, sin embargo su floración larga y masiva, una gran cantidad de recursos ofrecidos y la confirmación en campo de la marcada preferencia de las abejas por esta especie, demuestran que realmente es una planta importante para la apicultura.

La familia Fabaceae, ha sido registrada en varios trabajos de palinología siempre entre las más importantes y mejor representadas (Teleria y Devesa 1995, Basilio y Romero 1996, Salgado y Pire 1998, Bogotá *et al.* 2001, Ramírez-Arriaga *et al.* 2011, Nates-Parra *et al.* 2013). De igual manera, la familia Malvaceae que aportó 8 tipos polínicos en las muestras de miel analizadas, ha sido encontrada como una familia con importancia apícola (Ramírez-Arriaga *et al.* 2011, Principal *et al.* 2012, Nates-Parra *et al.* 2013).

1.4 Conclusiones

- Se tiene un gran potencial de producción de mieles en la zona cafetera de la SNSM, principalmente de plantas abundantes en la región e importantes como lo son el café y el guamo.
- Las mieles oligoflorales de asteráceas también pueden empezar a diferenciarse como tal, aprovechando la cantidad de especies pertenecientes a esta familia que hay en la zona y a que las abejas tienen preferencias marcadas por ellas a la hora de recoger sus recursos.
- Deben mejorarse y ajustarse las cosechas, tanto en manejo, como en las fechas en que se realizan, para asegurar el origen botánico de las mieles.

1.5 Bibliografía

- Alissandrakis E, Tarantilis P, Pappas C, Harizanis PC, Polissiou M. 2011. Investigation of organic extractives from unifloral chestnut (*Castanea sativa* L.) and eucaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) honeys and flowers to identification of botanical marker compounds. *Food Science and Technology* 44: 1042-1051.
- Anklam E. 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, Vol. 63, No. 4, pp. 549-562.
- Basilio A, Romero E. 1996. Contenido polínico en las mieles de la región del delta del Paraná (Argentina). *Darwiniana* 34(1-4); 113-120.
- Bogotá RG, Rangel JO, Jiménez LC. 2001. Análisis palinológico de mieles de tres localidades de la Sabana de Bogotá. *Caldasia* 23(2):455–465.
- Corbella E, Tejera L, Cernuschi F. 2005. Calidad y origen botánico de mieles del noreste de Uruguay. *Revista Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria* No. 3: 6-7.
- Corral B. 1984. Análisis polínico en muestras de miel de abejas en algunas regiones del departamento de Antioquia [Trabajo de grado]. [Antioquia (Colombia)]: Departamento de Biología, Universidad de Antioquia.
- Díaz-Forestier J, Gómez M, Montenegro G. 2009. Nectar volumen and floral entomofauna as a tool for the implementation of sustainable apicultural management plans in Quillaja

saponaria Mol. Springer Science [internet] 79: 149-162. Fecha de acceso: 20 de marzo de 2014. Disponible en <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10457-008-9193-7#page-1>>.

Diaz-Lozada E, González A, Fernandez E, De Sá-Otero M. 1995. Contribución al estudio de la utilización selectiva por *Apis mellifera* L. de la flora local en un colmenar del NW de la península Ibérica (Galicia). *Acta Botánica Malacitana* 20: 115-122.

Erdtman G. 1969. *Handbook of Palynology*. Munksgaard. Copenhagen, Denmark.

Fonnegra R. 1989. *Introducción a la palinología*. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Medellín, Antioquia.

García-Pérez R. 2003. *Estudio palinológico y colorimétrico de mieles monoflorales de la región de Murcia*. Trabajo de Grado. Universidad Politécnica de Cartagena. Murcia, España.

Giraldo C, Rodríguez A, Chamorro F, Obregón D, Montoya P, Ramírez N, Solarte V, Nates-Parra G. 2011. *Guía Ilustrada de polen y plantas nativas visitadas por abejas*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.

Girón M. 1995. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 3(2):35-54.

Karabournioti S, Thrasylvoulou A, Eleftheriou EP. 2006. A model for predicting geographic origin of honey from the same floral resource. *Journal of Apicultural Research* 45(3): 117-124.

Liberato MCTC, Maia de Morais S, Carvalho Magalhães CE; Lima Magalhães I, Bomfim Cavalcanti D, de Oliveira Silva MM. 2013. Physicochemical properties and mineral and protein content of honey samples from Ceará state, Northeastern Brazil. *Food Science Technology (Campinas)* [Internet]. Vol.33, n. pp. 38-46. Fecha de acceso: Febrero 25 de 2014. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612013000100007&lng=en&nrm=iso>.

Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl YG. 1970. «Methods of melissopalynology». *Bee World* 51 (3): 125–138.

Michener CD. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of Missouri Botanical Garden*; 66: 277-347.

Moreno E, Devia W, 1982. Estudio del origen botánico del polen y miel almacenados por abejas *Apis mellifera*, *Trigona angustula* y *Melipona eburnea* en el Municipio de Arbeláez, Cundinamarca, 98pp.

Nates-Parra G, Montoya PM, Chamorro F, Ramírez N, Giraldo C, Obregón D. 2013. Origen geográfico y botánico de mieles de *Apis mellifera* (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 18(3): 427-438.

Obregón D. 2011. Origen botánico de la miel y el polen provenientes de nidos de *Melipona ebúrnea* Friese, 1900 y *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), (Apidae: Meliponini) para estimar su potencial polinizador [Tesis de Maestría] [(Bogotá) Colombia]. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia.

Obregón D, Rodríguez-C A, Chamorro F, Nates-Parra G. 2013. Botanical origin of Pot-Honey from *Tetragonisca angustula* Latreille in Colombia. En Vit P, Pedro S, Roubik D. editores. Pot-Honey. A legacy of stingless bees. Springer. New York. p, 337-346.

Obregón D, Nates-Parra D. 2014. Floral preference of *Melipona ebúrnea* Friese (Hymenoptera: Apidae) in a Colombian Andean Region. *Neotropical Entomology* 43:53–60.

Pereira-Oliveira P, Van den berg C, Ribeiro dos Santos F. 2010. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. *Grana* 49: 66–75.

Perfecto I, Rice R, Greenberg R, Van Der Voort M. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, Vol. 46, No. 8, pp 598-608.

Principal J, Morales Y, Fuselli S, Pellegrini MC, Ruffinengo S, Eguaras M, Barrios C. 2012. Origen botánico de las mieles de *Apis mellifera* L. producidas en la cuenca del Embalse Guaremal, Estado Yaracuy, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 30(1): 91-98.

Ramírez-Arriaga E, Navarro-Calvo LA, Díaz-Carbajal YE. 2011. «Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis». *Grana* 50 (1): 40. doi:10.1080/00173134.2010.537767.

Rangel JO, Garzón A, 1995. Sierra Nevada de Santa Marta - Colombia. En J. O. Rangel, editor. *Diversidad Biótica I*. Santa Fé de Bogotá D. C: Universidad Nacional de Colombia, pp. 155–170.

Rodríguez de la Cruz D, Sánchez-Reyes E, Sánchez-Durán S, Sánchez-Sánchez J. 2013. Análisis palinológico de mieles comerciales monoflorales. *Botanica Complutensis* 37: 171-180.

Rodríguez-Flores MS, Escuredp-Pérez O, Seijo-Coello MC. 2012. Diferencias en los espectros polínicos de las mieles monoflorales de eucalipto del noroeste de la península Ibérica en función de su procedencia biogeográfica. *Ediciones Universidad de Salamanca. Polen* 22: 39-51.

Roubik DW, Moreno JE. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Missouri Botanical Garden* pp268.

Salgado C, Pire S. 1998. Análisis polínico de mieles del noroeste de la provincia de Corrientes (Argentina). *Darwiniana* 36(1-4): 87-93.

Telleria MC, Devesa JA. 1995. Contribución al estudio de las mieles de Extremadura (España). *Acta Botánica Malacitana*, 20: 107-113.

Willard DA, Bernhardt CE, Weimer L, Cooper SR, Gamez D, Jensen J. 2004. «Atlas of pollen and spores of the Florida Everglades». *Palynology* 28 (1): 175–227.

Zuluaga CD, Díaz C, Quicazán MC. 2011. Quimiometría aplicada a la diferenciación por origen de productos de las abejas. *Alimentos Hoy* 20(24):23-46.

2. Vegetación y espectro polínico de mieles de cultivos orgánicos y convencionales de café.

La Federación Nacional de Cafeteros define como café orgánico aquel que se cultiva sin la utilización de productos químicos de síntesis como fungicidas, herbicidas, insecticidas y fertilizantes. Por el contrario, en un cultivo de café que se maneja de manera tradicional, se utilizan todos estos agroquímicos.

El departamento del Magdalena tiene la mayor cantidad de área de producción orgánica en el país y el café es el cultivo orgánico con mayor área en Colombia (Martínez *et al.* 2012). Específicamente en la Sierra Nevada de Santa Marta, los ecosistemas predominantes son agroecosistemas cafeteros y áreas rurales intervenidas (Nates-Parra *et al.* 2013) y existen cultivos de café manejados de manera orgánica o convencional observándose cada vez más fincas que buscan certificarse como orgánicas para entrar en el mercado de los cafés especiales y poder diferenciar y vender sus productos a mejores precios. Una gran cantidad del total de productores de café de la Sierra tienen como actividad secundaria, asociada a sus cultivos, la apicultura.

La Sierra es un lugar muy diverso y rico en especies vegetales (Rangel y Garzón 1995), donde las abejas tienen un enorme mosaico para elegir los principales recursos para sus colmenas y de esta manera generar los productos apícolas que se comercializan en la región, especialmente la miel. Además, los cultivos de café, bien sean orgánicos o convencionales, son bajo sombra, lo cual favorece también que haya una gran diversidad no sólo vegetal, sino también de fauna (Rivera y Armbrrecht 2005, De Aquino *et al.* 2008, Borba dos Santos y Santos do Nascimento 2011).

Los análisis palinológicos son una gran herramienta para determinar el origen geográfico de una miel y ver diferencias entre zonas. El espectro polínico de la miel refleja el área donde fue producida (Karabourniot 2006).

El presente estudio tuvo el objetivo de comparar la diversidad vegetal de las especies asociadas a los cultivos orgánicos y convencionales de café, y del mismo modo, observar si existen diferencias en el espectro polínico de las mieles que se producen en apiarios ubicados en las fincas que están o no certificadas como orgánicas, para así poder definir si las mieles analizadas pueden denominarse como orgánicas, y si el tipo del manejo del cultivo interviene en las prácticas apícolas en alguna medida.

2.1 Materiales y métodos

Se analizó un total de 80 muestras de miel: 40 provenientes de fincas orgánicas y 40 de fincas convencionales. Las mieles fueron cosechadas por los apicultores durante los

años 2012, 2013 y 2014, y provienen de diferentes corregimientos de los municipios de Ciénaga, Santa Marta, Aracataca y Fundación en la Sierra Nevada de Santa Marta. La mayoría de las muestras analizadas fueron cosechadas en abril y agosto (Tabla 1).

Tabla 1. Meses en los que se cosecharon las muestras de miel analizadas

Meses	Orgánicas	Convencionales
Enero	1	6
Febrero	4	9
Marzo	5	3
Abril	13	8
Mayo	0	4
Junio-Julio	4	1
Agosto	10	7
Septiembre-Diciembre	3	2
TOTAL	40	40

Las muestras analizadas provienen de fincas localizadas en alturas que varían de 500 a 2000 msnm. La temperatura promedio anual puede variar entre 12-24 °C y la precipitación entre 500 y 7000 mm³. Como se mencionó en el capítulo anterior, las mieles llegaban directamente al Laboratorio del ICTA y se distribuían a los diferentes laboratorios (Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ICTA, y Melisopalinología-LABUN en Biología).

Se tomaron 10 mL de cada muestra, siempre que fue posible, y se les realizó el proceso de acetólisis siguiendo el método de Erdtman (1969) modificado por Fonnegra (1989). Se realizaron montajes de las muestras y se contaron 30 campos en cada lámina, 15 por laminilla, incluyendo en los conteos los granos de especies anemófilas (o que no producen néctar). La identificación se realizó con ayuda de las palinotecas de referencia del Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN) y del Instituto de Ciencias Naturales, y de catálogos de referencia (Moreno y Devia 1982, Roubik y Moreno 1991, Willard *et al.* 2004, Giraldo *et al.* 2011).

Con el fin de analizar la vegetación asociada a los cafetales, se realizó una salida de campo en el mes de abril de 2014 al corregimiento de Palmor, Ciénaga, en la Sierra Nevada de Santa Marta. Se eligieron 3 fincas convencionales y 4 orgánicas (Tabla 2).

Tabla 2. Datos de las fincas visitadas en Palmor.

Finca	Tipo	Coordenadas	Altura (msnm)
1	Orgánica	N10°46'04.0'' W074°01'41.1''	853
2	Orgánica	N10°48'05,8'' W074°01'42.4''	860
3	Orgánica	N10°46'24.9'' W073°59'52.8''	1333
4	Orgánica	N10°45'43.7'' W074°01'18.1''	1099
5	Convencional	N10°47'12.7'' W074°00'18.3''	1428
6	Convencional	N10°47'07.9'' W074°00'2.7''	1397
7	Convencional	N10°45'41.1'' W074°00'57.8''	1158

Siguiendo la metodología de Flores (2001), para estimar la diversidad y cobertura de los árboles de sombrío en los cafetales se demarcó una parcela de 50x25m para cada cultivo, en un sitio que fuera representativo. En cada parcela se midió:

- Número de árboles por especie.
- Porcentaje de cobertura (indicador de cantidad de sombra): Se estima visualmente en 20 puntos de la parcela.

Para estimar la diversidad y cobertura de arvenses (o plantas herbáceas y arbustivas diferentes al café y a los árboles de sombrío), se realizaron 50 observaciones por parcela haciendo recorridos por las calles del cafetal, parando cada 5 pasos y registrando la especie de planta que se encontraba en la punta del pie. En cada parada se realizó una estimación visual del porcentaje de cobertura de arvenses usando un marco rectangular de 0,25x1m.

2.1.1 Análisis de los datos

Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para establecer relaciones entre el espectro polínico de las mieles y la certificación de la finca en la cual se produjeron. La diversidad se calculó utilizando los índices de Shannon y Simpson.

Para comparar la riqueza y la diversidad de las mieles entre orgánicas y convencionales se realizaron respectivamente una prueba de Mann-Whitney y pruebas t-student.

En los datos de vegetación, para comparar el porcentaje tanto de sombra como de cobertura de arvenses en los cultivos de café de cada tipo, se realizaron pruebas t-student. Para comparar la riqueza de arvenses y de árboles entre los cultivos orgánicos y convencionales se realizó una prueba de Mann-Whitney y para la diversidad, pruebas t-student.

2.2 Resultados

2.2.1. Espectro polínico de mieles

Puesto que el objetivo principal de esta parte del trabajo fue la diferenciación entre lo orgánico y lo convencional, se tomaron las fincas de cada tipo como si fueran áreas diferentes para ver si el espectro polínico, junto con la información de la vegetación arrojaba que eran “zonas geográficas” diferentes y si esto se veía reflejado en las mieles. Con base en los resultados que se muestran a continuación, no se encontró que fueran zonas diferentes.

Se identificaron en total 94 tipos polínicos de los cuales se identificaron 17 hasta familia, 41 hasta género y 36 hasta especie. 16 tipos polínicos son considerados anemófilos, pero se tuvieron en cuenta en los conteos para poder establecer diferencias tomando en cuenta todas las plantas que aparecieron en las mieles (Tabla 3). En las mieles de fincas orgánicas se registraron 91 tipos polínicos y en las de fincas convencionales 86.

Los tipos polínicos más abundantes en ambos tipos de mieles fueron *Baccharis* sp., *Cecropia* sp., *Clibadium surinamense*, *Coffea arabica*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Inga* sp., *Mimosa* sp., Moraceae Tipo, *Parathesis* Tipo y *Piper* sp.

Se contaron casi el doble de granos de polen en las mieles de fincas orgánicas que en aquellas convencionales. Se encontraron pocos casos en los que una especie fuera exclusiva de alguno de los dos tipos de finca.

Tabla 3. Tipos polínicos encontrados en las mieles analizadas. *Polen anemófilo.

Familia	Tipo polínico	Orgánico		Convencional	
		No. de muestras en que apareció	Total de granos contados	No. de muestras en que apareció	Total de granos contados
Actinidaceae	<i>Saurauia aromatica</i>	14	49	5	25
Amaranthaceae	<i>Iresine</i> sp.*	2	2	5	6
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	5	108	6	36
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	7	75	8	107
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	10	24	6	15
Araliaceae	<i>Dendropanax</i> sp.	4	14	4	7
Arecaceae	<i>Attalea</i> sp.	3	16	5	5
Arecaceae	<i>Bactris</i> sp.	8	37	4	16
Arecaceae	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i> *	17	705	12	963
Asteraceae	<i>Acmella</i> sp.	2	6	1	15
Asteraceae	Asteraceae Tipo1	6	62	4	27
Asteraceae	Asteraceae Tipo2	2	16	3	28

Familia	Tipo polínico	Orgánico		Convencional	
		No. de muestras en que apareció	Total de granos contados	No. de muestras en que apareció	Total de granos contados
Asteraceae	<i>Austroeupatorium inulaefolium</i>	24	851	16	220
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	25	535	23	263
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	5	29	13	83
Asteraceae	<i>Clibadium surinamense</i>	22	648	22	581
Asteraceae	<i>Eirmocephala brachiata</i>	11	65	8	22
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>	16	88	14	30
Asteraceae	<i>Hypochoeris radicata</i>	1	23	3	5
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i>	3	280	3	7
Asteraceae	<i>Vernonanthura</i> Tipo	19	164	10	93
Balsaminaceae	<i>Impatiens balsamina</i>	10	203	7	28
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.1*	10	59	7	46
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.2*	10	29	2	39
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea</i> sp.	1	60	2	318
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	12	82	11	39
Boraginaceae	<i>Cordia spinescens</i>	4	9	2	2
Brassicaceae	Brassicaceae Tipo	1	4	1	2
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	11	121	8	130
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> *	25	441	15	144
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae Tipo*	1	1	0	0
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp.*	40	9872	40	5126
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i> *	20	242	15	438
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus</i> sp.	5	28	2	9
Cleomaceae	Cleomaceae Tipo	22	450	16	253
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	10	93	4	5
Combretaceae	Combretaceae Tipo	1	2	1	1
Cunoniaceae	<i>Weinmannia</i> sp.*	12	99	8	79
Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i> *	3	363	3	16
Dilleniaceae	<i>Davilla</i> sp.	15	115	6	30
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i>	23	369	16	208
Elaeocarpaceae	<i>Sloaneas</i> sp.	4	162	2	31
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i> *	14	87	10	125
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	24	177	25	135
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	5	17	2	2
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp.	8	29	8	62
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.	1	4	4	48
Fabaceae	<i>Aeschynomene americana</i>	2	3	1	1
Fabaceae	<i>Erythrina</i> sp.	3	8	4	11
Fabaceae	Fabaceae Tipo1	1	1	0	0

Familia	Tipo polínico	Orgánico		Convencional	
		No. de muestras en que apareció	Total de granos contados	No. de muestras en que apareció	Total de granos contados
Fabaceae	Fabaceae Tipo2	2	2	4	10
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	4	106	11	356
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	25	1758	23	1276
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	1	13	1	7
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	1	3	0	0
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	4	5	3	10
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> Tipo	8	31	11	38
Lauraceae	Lauraceae Tipo	1	1	0	0
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	4	6	0	0
Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i>	34	338	23	233
Malvaceae	<i>Abutilon</i> sp.	10	37	7	12
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	0	0	2	14
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	26	379	21	105
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	4	6	4	6
Malvaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i>	0	0	3	8
Melastomataceae	Melastomataceae Tipo 1	4	8	3	17
Melastomataceae	Melastomataceae Tipo 2	7	19	3	18
Moraceae	Moraceae Tipo*	38	3516	34	632
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	18	718	18	128
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	10	55	3	12
Myrtaceae	Myrtaceae Tipo	4	15	0	0
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	7	29	7	26
Myrtaceae	<i>Syzygium</i> sp.	4	8	3	26
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i> sp.	10	47	3	12
Phytolaccaceae	Phytolaccaceae Tipo	1	13	1	6
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	36	1095	35	898
Poaceae	Poaceae Tipo 1*	9	128	9	58
Poaceae	Poaceae Tipo 2*	10	48	9	31
Poaceae	Poaceae Tipo 3*	1	1	0	0

Familia	Tipo polínico	Orgánico		Convencional	
		No. de muestras en que apareció	Total de granos contados	No. de muestras en que apareció	Total de granos contados
Primulaceae	<i>Parathesis</i> Tipo	10	840	11	78
Rhamnaceae	<i>Gouania</i> sp.	9	120	12	141
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	19	142	9	29
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	23	894	20	876
Rubiaceae	<i>Spermacoce</i> sp.	22	117	15	57
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	1	10	1	3
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i>	12	48	11	17
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.	3	175	1	3
Sapindaceae	<i>Melicoccus</i> sp.	1	1	1	8
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i> sp.	6	8	2	3
Solanaceae	<i>Brugmansia</i> sp.	0	0	1	1
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	1	1	0	0
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	17	52	14	183
TOTAL			31361		17239

En el análisis de componentes principales, la varianza acumulada para los cuatro primeros componentes principales es del 36,17%. Cabe mencionarse que los tipos polínicos que más información aportaron no fueron ni los más abundantes ni los más frecuentes en el total de las muestras. En la figura 1 se observa el biplot resultante del análisis, en el que no se evidencia una separación clara entre las muestras provenientes de fincas orgánicas y aquellas de convencionales, sino más bien un sobrelapamiento de la mayoría de las muestras que lo que indica es que no hay diferencias marcadas.

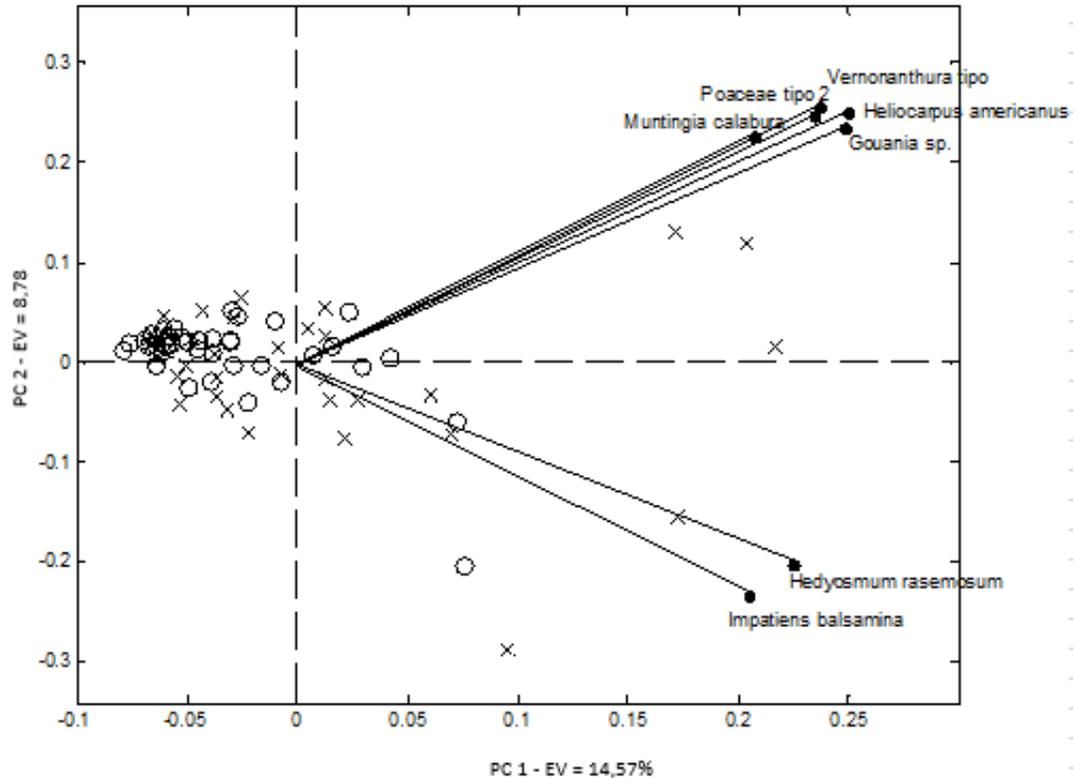


Figura 1. Análisis de componentes principales. Se muestran los siete tipos polínicos que más información aportaron. X= Orgánico, O=Convencional.

En el anexo 2 se pueden observar los cálculos de los índices de riqueza y diversidad de las mieles que fueron analizadas. Para comparar la riqueza entre las mieles de uno y otro tipo de finca se realizó una prueba de Mann-Whitney, que arrojó que existen diferencias significativas entre ellas. En cuanto a la diversidad, se calculó el índice de Shannon y de Simpson para cada muestra, y para establecer diferencias entre las orgánicas y las convencionales, se realizó una prueba t-student, que indicó que no hay diferencias significativas entre las muestras (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de riqueza y diversidad de mieles provenientes de fincas orgánicas y convencionales

		Orgánico	Convencional
Riqueza	Media	21,23	17,83
	Desviación estándar	7,16	6,06
	p-valor	0,0267	
Shannon	Media	1,7423	1,7641
	Desviación estándar	0,51	0,44
	p-valor	0,419153329	
Simpson	Media	0,6858	0,7091
	Desviación estándar	0,1529	0,1274
	p-valor	0,2308	

2.2.2 Vegetación asociada a los cultivos de café

En las fincas estudiadas se encontraron 20 especies de árboles asociados a los cultivos de café. En la tabla 5 se muestran las especies y la cantidad de individuos que se encontraron en la parcela demarcada en cada finca. A pesar de estar definido estrictamente como una planta herbácea (Morton, 1987), para este punto se tuvo en cuenta al plátano (*Musa x paradisiaca*) como un árbol ya que por su tamaño brinda sombra a los cafetales.

Tabla 5. Número de individuos de especies de árboles asociadas a los cultivos de café. O= orgánica, C= convencional. (Parcela 50 x 25 m). Las especies subrayadas se han encontrado en mieles de la zona.

Especie	Finca O1	Finca O2	Finca O3	Finca O4	Finca C5	Finca C6	Finca C7	Total
"Algarrobo"						1		1
"Chucho"		2						2
<i>Annona muricata</i>					1			1
<i>Carica papaya</i>		1					1	2
<i>Cecropia peltata</i>		1						1
<i>Cedrela odorata</i>	3							3
<i>Citrus x aurantium</i>		1			1		2	4
<i>Citrus x limon</i>							1	1
<i>Cordia alliodora</i>		3	1		1		2	7
<i>Gliricidia sepium</i>	1	1						2
<i>Inga sp.</i>		8	3	6	5	7	12	41
<i>Mangifera indica</i>				1	3		1	5
Musa x paradisiaca	28	12	17	38	5	68	25	193
Myrcia sp.	1							1
<i>Persea americana</i>		1	1	1	2	1		6
Persea sp.		1			1	1		3
<i>Pouteria sapota</i>		1	2		2	1	4	10
<i>Psidium quajava</i>	1			1				2
<i>Syzigium malaccense</i>						1		1
<i>Syzygium jambos</i>							1	1
Total	34	32	24	47	80	21	49	

Entre las plantas arvenses se alcanzó un registro de 33 especies (Tabla 6). La familia Poaceae fue la que más tipos vegetales aportó, aunque no se determinó ninguna más allá de familia. Las asteráceas también se registran siendo de las plantas más frecuentes y abundantes en los cultivos.

Tabla 6. Número de especímenes de plantas arvenses registradas en los cultivos de café por parcela. Las que se encuentran subrayadas se han encontrado en mieles de la zona.

Planta	Finca O1	Finca O2	Finca O3	Finca O4	Finca C5	Finca C6	Finca C7	Total
Acanthaceae							7	7
<u>Asteraceae 1</u>	2							2
<u>Asteraceae 2</u>		11						11
<u>Bidens pilosa</u>			9	12	1	4	1	27
<u>Caryophyllaceae</u>					2			2
<u>Commelina sp.</u>					4		8	12
<u>Emilia sonchifolia</u>	4	1	6	10			1	22
<u>Eryngium foetidum</u>					1			1
Fabaceae (L)	8			1		4		13
<u>Galinsoga sp.</u>						1		1
<u>Impatiens balsamina</u>				1	2			3
<u>Ipomoea sp.</u>			1	3		6		10
Indeterminada					1			1
<u>Lamiaceae</u>					1			1
<u>Melastomataceae</u>							1	1
<u>Oxalis sp.</u>	2		11		6	4		23
<u>Panicum sp.</u>			4		1	3		8
<u>Piper sp.</u>							1	1
<u>Phyllanthus sp.</u>	6							6
Poaceae 1					2	2		4
Poaceae 2	1	2	1	8	1	7		20
Poaceae 3						1		1
Poaceae 4			1		5	5	11	22
Poaceae 6	6							6
Poaceae 7		1						1
Poaceae 8		9						9
<u>Pseudelephantopus sp.</u>		11	2	12	2	1	12	40
<u>Salvia sp.</u>					3			3
<u>Sida sp.</u>	7	2	1		3			13
<u>Solanum sp.</u>		1						1
<u>Spermacoce sp.</u>	6	1	5	1	8	6		27
<u>Stachytarpheta sp.</u>	8	8	1				1	18
<u>Thelypteris sp.</u>							2	2
Total	50	47	42	48	43	44	45	

El porcentaje de sombra se calculó con el fin de observar si éste era mayor en los cultivos orgánicos que en los convencionales. Se calculó el promedio de los 20 puntos que se registraron en cada finca y a estos datos se les realizó una prueba t-student que arrojó que no hay diferencias significativas entre los porcentajes de sombra de cada tipo de cultivo (Tabla 7).

Como se explicó en la metodología, el porcentaje de arvenses fue calculado en 50 observaciones por parcela; con estos datos se calculó el promedio por finca y se realizó una prueba t-student que indica que no es mayor el porcentaje de arvenses en los cultivos orgánicos que en convencionales (Tabla 7).

No se encontraron diferencias en la riqueza y en la diversidad medida por los dos índices (Simpson y Shannon) ni en los árboles ni en las arvenses (Tabla 7).

Tabla 7. Datos de la vegetación asociada a los cultivos de café.

		Orgánico		Convencional		P valor
		Media	DE	Media	DE	
Porcentajes	Sombra	33,31	13,56	44,67	19,28	0,199
	Cobertura de arvenses	40,08	11,65	37,17	10,88	0,3755
Árboles	Riqueza	6,5	3,00	8,30	1,15	0,2286
	Simpson	0,47	0,22	0,59	0,29	0,2786
	Shannon	1,05	0,56	1,36	0,69	0,2697
Arvenses	Riqueza	9,75	1,26	12,67	3,06	0,2286
	Simpson	0,83	0,03	0,87	0,05	0,1588
	Shannon	1,95425	0,18	2,23	0,34	0,1092

2.3 Discusión

Los tipos polínicos más frecuentes en los conteos corresponden a especies que no producen néctar como recompensa (anemófilas), y son *Cecropia* sp., *Mimosa* sp. *Piper* sp. y Moraceae Tipo. Nates-Parra *et al.* (2013) consideran que estas pueden constituirse como marcadores de regiones geográficas particulares, ya que son comunes en bosques secundarios y en áreas intervenidas, teniendo en cuenta además la combinación que se encuentre con otras especies características de cada región. En la zona cafetera de donde provienen las mieles, es muy frecuente ver una gran cantidad de Yarumos (*Cecropia* sp.) y de abejas visitando sus inflorescencias. *Cecropia* sp. apareció en el 100% de las muestras analizadas.

La aparición de los tipos polínicos anemófilos en las mieles puede explicarse porque las abejas colectan polen de estas plantas, y en la colmena hay transferencia por contacto con las celdas donde se almacena la miel, o a que de manera accidental, los granos de polen que abundan en el aire ingresen en las colmenas y aparezcan posteriormente en

los análisis palinológicos. En los procesos de cosecha y centrifugación puede también haber transferencia de estos tipos polínicos.

A pesar de no aportar néctar para las mieles y por ello no brindar información fiable sobre su verdadero origen botánico, es importante incluir los tipos polínicos anemófilos en los análisis, para de esta manera poder obtener el espectro polínico completo y observar las diferencias que precisamente pueden estar dadas con base en ellos. Al respecto, Aronne (2010) menciona que la combinación de tipos de polen representativos en un área específica es lo que permite determinar un origen geográfico y para ello debe tenerse en cuenta todo el espectro.

Los tipos polínicos más abundantes en ambos tipos de mieles fueron *Dictyocaryum lamarckianum*, *Cecropia* sp., *Mimosa* sp., Moraceae Tipo, *Piper* sp., *Baccharis* sp., *Clibadium surinamense*, *Coffea arabica*, *Inga* sp y *Parathesis* Tipo. En cuanto a abundancia, se puede observar que ya no sólo predominan los tipos polínicos anemófilos (primeros cinco tipos polínicos), sino que se encuentran tipos polínicos de plantas de las que las abejas sí obtienen néctar como recurso (siguientes cinco tipos polínicos).

Estos tipos fueron comunes a las mieles tanto de cultivos orgánicos como convencionales. Dos de los más importantes son el café (*C. arabica*) y el guamo. El primero por ser el principal cultivo y el guamo (*Inga* sp.) por ser utilizado para dar sombra a los cafetales; las demás son plantas que se encuentran en los caminos y en las partes boscosas, o como arvenses inmersas en los cultivos.

La mayor parte de las mieles analizadas fueron cosechadas en abril y agosto, lo cual se relaciona precisamente con el café y el guamo. Las mieles en las que más apareció *Inga* sp. fueron las cosechadas en los meses de septiembre y agosto, concordando con su floración principal que se da entre junio y agosto (Palmera 2004). De igual manera ocurrió con el café, cuya abundancia en las mieles fue mayor en las mieles cosechadas en abril, después de marzo, que es cuando Palmera (2004) reporta la mayor floración de esta especie.

Sin embargo, estas especies aparecen en mieles de todo el año, lo que sugiere que los apicultores no cosechan todos en las fechas adecuadas y/o que no utilizan insumos nuevos (cuadros), lo cual aseguraría el origen más puro de una miel de determinada especie, tal y como lo hicieron Karabourniot *et al.* (2006) quienes utilizaban nuevos cuadros para cada cosecha. Si las cosechas se realizaran de manera más periódica y sincronizada, la miel obtenida sería más pura y reflejaría más claramente las floraciones, tal y como lo reportan Aronne y De Micco (2010), quienes realizaban cosechas cada 15 días de manera que podían monitorear continuamente la floración en su zona de estudio. En el presente trabajo, las mieles fueron cosechadas por los apicultores y enviadas al laboratorio, por lo que no se tuvo control sobre las fechas de cosecha, y no se tenía tampoco un número similar de muestras de cada municipio para poder hacer una comparación entre éstos. Sin embargo, el terreno de los cafetales de la SNSM es un terreno complicado y con pendientes muy marcadas y es comprensible que los apicultores no dediquen todo su tiempo a la apicultura, ya que esta es más una actividad secundaria a sus cultivos de café. Adicionalmente, la falta de recursos de muchos de ellos es la razón principal por la que la utilización de cuadros nuevos en cada cosecha es aún algo que se ve lejos de alcanzar sin un apoyo gubernamental.

El café ya ha sido reportado como una especie importante en mieles (Girón 1995, Obregón 2011, Nates-Parra *et al.* 2013), y en estos conteos, aun habiéndose incluido granos de plantas anemófilas que fueron los más abundantes y frecuentes, el café sigue mostrando su gran importancia al aparecer en más de la mitad de las muestras y en grandes cantidades. Siempre que el café esté disponible, especialmente en su floración, las abejas lo visitarán en busca de néctar, ya que al ser el cultivo principal de la zona les ofrece gran cantidad de individuos, y ya se ha reportado que las abejas tienden a visitar lo más abundante (Girón 1995).

Plantas como *A. inulaefolium*, *C. surinamense*, *Spermacoce* sp. y *E. sonchifolia* fueron muy frecuentes, apareciendo en más de la mitad de las muestras analizadas, que tenían diferentes meses de cosecha. Palmera (2014) en sus calendarios florales de la SNSM, indica que estas plantas se encuentran florecidas todo el año, por lo que las abejas siempre las tienen a su disposición como fuentes de néctar y polen. Otras especies reportadas por él mismo como *H. americanus* con su principal floración en diciembre y enero y *C. alliodora* en octubre, aparecieron de manera frecuente en varias de las muestras analizadas.

Las familias Asteraceae y Fabaceae fueron las que mayor cantidad de especies aportaron en los conteos, y ya han sido reportadas en muchos trabajos como familias de gran importancia apícola (Herrero 2001, Obregón 2011, Nates-Parra *et al.* 2013).

En general los espectros polínicos de las mieles de fincas orgánicas y los de las convencionales, son muy similares y los tipos polínicos exclusivos de cada una son muy pocos y no abundantes. Esto puede observarse en la figura 1, donde contrario a lo que se esperaba, se encontró que las mieles no muestran ser diferentes. Algunas mieles no se encuentran en la agrupación más grande, y puede ser debido a las fechas de cosecha o a que tienen gran abundancia de un tipo polínico en particular como caso aislado.

Sin embargo, todas las que se alejan no pertenecen a una misma categoría para inferir que sea algo que muestre diferencias. Estas mismas muestras fueron sometidas a análisis fisicoquímicos; los resultados apoyan los hallazgos palinológicos puesto que no se encontraron diferencias significativas en esos parámetros (Nieto *et al.* 2014a). En lo único que difirieron fue en el contenido de potasio, que fue mayor en las orgánicas y que los autores atribuyen al manejo de los suelos (Nieto *et al.* 2014b).

La varianza que se alcanzó en los primeros cuatro componentes principales (36,17%) aunque aporta información valiosa para el análisis de los datos, es en cierta medida baja. Esto puede deberse a que aunque en total se encontraron 94 tipos polínicos, en cada muestra se contaba un promedio de 17,8 y 21,2 tipos polínicos en muestras convencionales y orgánicas respectivamente. Para comparar este valor de cantidad de tipos polínicos contados por muestra, denominado como riqueza, se realizó una prueba Mann-Whitney que dio una diferencia significativa. En esta prueba, la hipótesis alterna que se plantea es que las riquezas entre las muestras provenientes de cada tipo de cafetal son diferentes, pero observando los valores promedio, puede decirse que la riqueza es diferente, siendo ésta mayor en las mieles de cultivos orgánicos que las de cultivos convencionales.

Por otra parte, se calculó el índice de Shannon para medir la diversidad de las mieles analizadas. Este índice, utilizado en ecología, mide la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Al realizar una comparación entre los índices de las muestras orgánicas y los de las convencionales mediante una prueba t-student, no se encontraron diferencias significativas, y por tanto se considera que la diversidad en las mieles de los diferentes tipos de cultivo es igual y no mayor en las orgánicas como se esperaba que fuera.

Que haya una diferencia en la riqueza pero no en la diversidad de las muestras, puede deberse a que se cuentan sólo un par de granos de determinadas especies, que aumentan la riqueza encontrada en ciertas mieles, pero las mieles no son más o menos diversas unas de otras. Esto sería más importante, ya que la diversidad incluye además de la cantidad de tipos polínicos que aparecen por muestra, la cantidad de granos que hay de cada tipo polínico, mostrando mejor las verdaderas preferencias de las abejas. Por ello, en términos generales, las mieles no tienen una diferencia en cuanto a su espectro polínico y aquellas plantas más utilizadas por las abejas. En este trabajo se decidió incluir todo el espectro como lo recomiendan algunos autores para observar la riqueza y diversidad de las mieles (Aronne y De Micco 2010, Montenegro *et al.* 2010), pero en otros trabajos palinológicos descartan aquellos tipos polínicos que tienen un porcentaje menor a 1% o que se cuenta un único grano (Herrero *et al.* 2001). En el trabajo de Ponnuchamy *et al.* 2014, proponen que los tipos polínicos con bajas abundancias se pueden estar viendo beneficiados por el servicio de polinización por parte de las abejas, pero no sirven realmente como recompensa en recursos para ellas.

Tampoco se observaron diferencias entre las mieles que se produjeron cada mes. Se esperaba que las mieles de determinado mes de cosecha se agruparan con base a su espectro polínico. Esto se puede explicar porque las cosechas de miel no se realizan exactamente cuando terminan las grandes floraciones y porque muchas de las especies que están apareciendo en las muestras tienen una floración constante y son plantas de sostenimiento, y porque la floración de las especies varía un poco dependiendo de la zona también (Palmera 2014). Ponnuchamy *et al.* (2014) queriendo observar en su trabajo qué tan replicable es el origen de las mieles, concluye que esta replicabilidad se ve afectada por factores espaciales, temporales y de preferencias de las abejas, que juegan un importante papel en el flujo de polen que se refleja en las mieles. Es importante tener en cuenta que el término “replicable” en este punto, se refiere a si en determinado momento del año se cosecha una miel, que tan probable es que en ese mismo momento de un año diferente, la miel tenga exactamente las mismas características.

La mayor parte de los recursos explotados por las abejas y que aparecieron en las mieles, corresponden a especies nativas, que aparecieron en cantidades similares tanto en mieles de fincas orgánicas como de convencionales. Tampoco se observó que haya especies que puedan definirse como marcadores de un tipo de finca. Los marcadores que pueden tenerse de mieles de esta zona, ya fueron mencionados anteriormente, y son aplicables a las mieles provenientes tanto de fincas orgánicas como convencionales.

En cuanto a la parte de la vegetación asociada a los cultivos, se observaron especies similares en ambos tipos, y se observó que mucho de lo que está justo en el cafetal está siendo utilizado por las abejas como fuente de recurso, al encontrarse en las mieles.

Este es el caso de asteráceas como *E. Sonchifolia* y *B. pilosa* y de *Spermacoce* sp., frecuentes en las mieles y observadas también con frecuencia entre las calles de los cultivos. Estas plantas arvenses, que pueden llamarse como “asociadas a cultivos de café”, al igual que árboles como el guamo, el nogal y el yarumo pueden ser tipos polínicos que ayuden a identificar mieles de zona cafetera, pero no tan profundo como para discernir entre orgánicas y convencionales ya que se encuentran en ambos tipos de cultivo.

El porcentaje de sombra se calculó con la hipótesis de que iba a ser mayor en los cultivos orgánicos como consecuencia de que del mismo modo hubiera mayor cantidad de árboles en éstos. Sin embargo, el promedio de individuos de árboles fue incluso mayor en las convencionales, pero a causa de una finca en la que había muchos plátanos. El resto en general, eran las mismas especies y la cantidad de individuos también se observó que era muy similar. Consecuentemente, la prueba estadística realizada, arrojó que no existen diferencias entre la sombra que está cobijando a los diferentes tipos de cultivos. El plátano es la planta con más individuos en los cafetales, importante en el pancoger de las familias y para comercializar. El guamo le sigue en cantidad de individuos, sin embargo, es el que mayor sombra le da a los cafetales, al igual que lo reporta Hagggar *et al.* 2001. Allí también mencionan a *G. sepium*, pero en la SNSN se observa más en caminos que en los mismos cafetales donde no es tan abundante. Aunque la metodología que se utilizó en el presente trabajo fue un poco subjetiva, los porcentajes de sombra que se calcularon para ambos tipos de cultivos, se encuentran entre los que Hagggar *et al.* 2001 establecen como apropiados para cultivos de café.

Igualmente se esperaba que el porcentaje de cobertura de las arvenses del cultivo fuera mayor en aquellos orgánicos, asumiendo que en éstos deshieran menos y no utilizan químicos que impidan su crecimiento. Sin embargo, estadísticamente tampoco se encontraron diferencias entre los orgánicos y los convencionales. Algunas de las razones, además de creer que el manejo de los cafetales no afecta mucho estas plantas acompañantes, son las condiciones climáticas. Específicamente en la época en que se hicieron los muestreos, la región acababa de salir de una larga sequía que hacía ver escasa la vegetación de las herbáceas sin importar el sistema de manejo. La mayor cantidad de especies arvenses que se registraron son de la familia Poaceae; Salazar *et al.* 2005, reportan varias especies de esta familia como algunas de las arvenses con mayor impacto a los cafetales, y les atribuyen como beneficios principales la prevención de la erosión, y como forraje, así como desventajas que afectan los cafetales. Salazar *et al.* 2005, también tiene en su lista de plantas algunas que se encontraron en los cafetales muestreados, tales como *E. sonchifolia*, *S. acuta*, *Pseudelephantopus* sp. e *Ipomoea* sp., y a las cuales les anota como principal beneficio el ser plantas melíferas. Como lo mencionan Sánchez y Gamboa (2004), existe el riesgo de que en suelos en pendientes y sueltos, el mantenerlos sin cobertura por el uso continuado de herbicidas puede fomentar la erosión, por esto es posible que aunque el cultivo se maneje de manera convencional, el uso de herbicidas no sea tan fuerte, y como consecuencia, no haya diferencias en este aspecto entre los cultivos.

Muchos autores han trabajado con mieles orgánicas y convencionales con el objetivo de diferenciarlas desde diferentes aspectos. Sereia *et al.* (2011) compararon mieles de las dos clases en Brasil encontrando diferencias significativas en casi todas las características físico químicas que evaluaron y en cuanto al análisis de contenido de polen, encontraron que las orgánicas son en su mayoría multiflorales y las convencionales monoflorales. Sin embargo, las mieles orgánicas provenían de una zona y las convencionales de otra con características climáticas y ambientales diferentes, y estas diferencias pueden deberse más a estos factores que al tipo de manejo como tal. Nieto *et al.* (2014) no encontraron diferencias en las características físico químicas de mieles de fincas orgánicas y convencionales de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, la misma zona de las que provienen las mieles analizadas en el presente trabajo. En otro trabajo, Nieto *et al.* (2014) analizaron el contenido de minerales y otras características y en lo único que difirieron fue en el contenido de potasio, que fue mayor en las orgánicas y que los autores atribuyen al manejo de los suelos.

Por conversaciones directas con los caficultores se sabe que tanto el proceso de certificación, como el levantamiento y mantenimiento de los cafetales orgánicos son muchos más costosos que los convencionales, y que además, el mercado de café orgánicos aún no es suficientemente fuerte en Colombia, y las ganancias no siempre valen la pena. Güemes-Ricalde *et al.* (2006) realizaron un estudio sobre los costos en la producción de miel orgánica y convencional en Yucatán, una zona que asegura la producción de miel orgánica certificada, al tener grandes extensiones de vegetación natural, encontrando que en efecto, son mayores en las orgánicas que las convencionales y que cuando los precios de la miel orgánica bajan, muchos retornan a sus prácticas convencionales. Martínez *et al.* (2012), con respecto a los productos orgánicos en Colombia, anotan que al implicar altos costos se generan altos precios y que aún hay mucha falta de información por parte de los consumidores al adquirirlos.

Sin embargo, a pesar de toda la información obtenida para diferenciar las mieles que se producen en las fincas de uno y otro tipo de certificación, una miel orgánica es definida estrictamente como aquella que es un producto libre de pesticidas (Sereia *et al.* 2011). Esta entonces, sólo puede darse en regiones donde se practique una agricultura ecológica u orgánica que busca mejorar la calidad de los productos y la protección de los ecosistemas (Silva-Garnica *et al.* 2006). Sin embargo, Garnica *et al.* (2006) y Güemes-Ricalde *et al.* (2006) mencionan en sus trabajos el término “apicultura ecológica”: que implica que para producir una miel orgánica, deben tenerse además de la región certificada, elementos y procedimientos orgánicos en las prácticas apícolas para el tratamiento de enfermedades y para las cosechas de las mieles, y que debe practicarse en reservas naturales no perturbadas ni afectadas por agricultura moderna.

La no diferenciación entre mieles provenientes de cultivos de café orgánicos e inorgánicos puede deberse a varios factores: el primero puede ser que las fincas que están certificadas no cumplan en su totalidad las prácticas y requerimientos que deberían, o por el contrario, aquellas que en las bases de datos de las organizaciones de caficultores aparecen como convencionales, tengan prácticas amigables con el ambiente, pero simplemente no se han certificado en términos de trámites; sin embargo Aronne y De Micco (2010) encontraron en su trabajo, al igual que en estas muestras, que el patrón de distribución de las mieles se ve más en el tiempo de cosecha que en el tipo de uso de la tierra. Segundo, los apiarios pueden estar ubicados en una finca orgánica, cerca de su respectivo cafetal orgánico también, pero el rango de forrajeo de las abejas puede ser mucho mayor que el área de la finca. En campo se pudo observar que fincas orgánicas

limitan con convencionales y con otros cultivos como el lulo, en los que el uso de pesticidas es constante y las plantas asociadas a este estarán también contaminadas. De este modo, las abejas irán a recoger sus recursos sin importar los linderos de su finca, siempre y cuando su rango de forrajeo, sus necesidades y las disponibilidad de la flora lo permita. Algunos trabajos se han enfocado en evaluar este aspecto del rango de forrajeo, reportando diferentes distancias: 1,52 km (Steffan-Dewenter y Kuhn 2003), 5,5 km (Beekman y Ratnieks 2000). Esta distancia de forrajeo puede variar dependiendo del tipo de paisaje, del tamaño y la calidad de los parches de flores, del tamaño de la abeja (Beekman y Ratnieks 2000, Greenleaf *et al.* 2007). Al respecto, Silva-Garnica *et al.* (2006) recomiendan ubicar el apiario en un punto donde en un radio de 3 km haya solamente vegetación orgánica.

Aunque una finca esté certificada como orgánica, deben tenerse en cuenta muchos otros aspectos para denominar y poder comercializar una miel como orgánica. Entre los principales aspectos se puede mencionar: prácticas apícolas, la ubicación de los apiarios e indiscutiblemente realizar análisis de trazas de pesticidas en las mieles para seguir en el camino de la certificación de su certificación como producto orgánico y poder así entrar en ese mercado. Estos análisis, deben hacerse no sólo buscando químicos utilizados en los cultivos, sino también aquellos que se utilizan en la apicultura (Niell *et al.* 2012). En el caso de los cultivos de la SNSM, la principal fumigación que realizan en los cafetales convencionales, es contra la broca en abril. Esto es después de la floración principal del café (marzo), por lo que en principio podría pensarse que las abejas no están colectando néctar contaminado de ningún tipo de finca, pero de igual manera pueden quedar residuos que deben ser objeto de análisis (Johnson *et al.* 2010).

2.4 Conclusiones

- Las mieles producidas en la SNSM pueden caracterizarse sólo como mieles especiales de zona cafetera de la SNSN atendiendo al espectro polínico característico de esta región, lo cual hace que alcancen un valor más alto en el mercado (Karabournioti *et al.* 2006).
- No se encontraron diferencias significativas en la riqueza y diversidad tanto de las mieles como de la vegetación asociada a los cultivos de café, entre fincas convencionales y orgánicas.

2.5 Bibliografía

Aronne G, De Micco V. 2010. Traditional melissopalynology integrated by multivariate analysis and sampling methods to improve botanical and geographical characterisation of honeys. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 144: 4, 833-840.

Beekman M, Ratnieks FLW. 2000. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology* 14, 490–496.

Borba dos Santos A, Santos do Nascimento F. 2011. Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de *Solanum lycopersicum* (Linnaeus) (Solanales: Solanaceae) em cultivos orgânicos e convencionais. *Neotropical Biology and Conservation* 6(3):162-169.

De Aquino AM, Filho E, Freire-Ricci M, Casanoves F. 2008. Populações de minhocas em sistemas agroflorestais com café convencional e orgânico. *Ciênc. agrotec.* vol.32 no.4.

Erdtman G. 1969. *Handbook of Palynology*. Munksgaard. Copenhagen, Denmark.

Flores J. 2001. Biodiversidad funcional en cafetales: el rol de la diversidad vegetal en la conservación de abejas y el papel de éstas en la producción de café. Tesis de Maestría. Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

Fonnegra R. 1989. *Introducción a la palinología*. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Medellín, Antioquia.

Giraldo C, Rodríguez A, Chamorro F, Obregón D, Montoya P, Ramírez N, Solarte V, Nates-Parra G. 2011. *Guía Ilustrada de polen y plantas nativas visitadas por abejas*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.

Girón M. 1995. 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*. 3(2):35-54.

Greenleaf SS, Williams NM, Winfree R, Kremen C. 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia* 153: 589-596.

Güemes-Ricalde F, Villanueva-G R, Echazarreta-González C, Gómez-Alvarez R, Pat-Fernández JM. 2006. Production costs of conventional and organic honey in the Yucatán península of México. *Journal of Apicultural Research* 45(3):106-111.

Haggard JP, Schibli C, Staver C. 2001. ¿Cómo manejar árboles de sombra en cafetales? *Agroforestería en las Américas* Vol. 8 N° 29.

Herrero B, Valencia-Barrera RM, San Martín R, Pando V. 2001. Characterization of honeys by melissopalynology and statistical analysis. *Canadian Journal of Plant Science* 75-82.

Johnson R, Ellis M, Mullin C, Frazier M. 2010. Pesticides and honey bee toxicity – USA. *Apidologie* 41: 312–331

Karabournioti S, Thrasylvoulou A, Eleftheriou EP. 2006. A model for predicting geographic origin of honey from the same floral resource. *Journal of Apicultural Research* 45(3): 117-124.

Martínez-Bernal LF, Bello-Rodríguez PL, Castellanos Domínguez OF. 2012. Sostenibilidad y desarrollo: el valor agregado de la agricultura orgánica. Universidad Nacional de Colombia. Programa Interdisciplinario BioGestión, Bogotá, Colombia. 239pp.

Montenegro G, Peña RC, Pizarro R. 2010. Multivariate analysis of pollen frequency of the native species *Escallonia pulverulenta* (Saxifragaceae) in Chilean honeys *Revista Brasil. Bot.*, V.33, n.4, p.615-630.

Moreno E, Devia W, 1982. Estudio del origen botánico del polen y miel almacenados por abejas *Apis mellifera*, *Trigona angustula* y *Melipona eburnea* en el Municipio de Arbeláez, Cundinamarca, 98pp.

Morton JF. 1987. Banana. In: *Fruits of warm climates*. Florida Flair Books, Miami. Pág. 29–46.

Nates-Parra G, Montoya PM, Chamorro F, Ramírez N, Giraldo C, Obregón D. 2013. Origen geográfico y botánico de mieles de *Apis mellifera* (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 18(3): 427-438.

Niell S, Cesio V, Hepperle J, Roux D, Kirsch L, Kolberg D, Anastassiades M, Heinzen H. 2012. Análisis multiresiduo de 45 pesticidas en productos de la colmena: aplicación de un método sencillo de extracción. VII Congreso de Medio Ambiente AUGM.

Nieto A, García JM, Díaz-M C, Quicazán MC. 2014a. Caracterización fisicoquímica de mieles originarias de cultivos cafeteros de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. Vol. 67, Suplemento II (Memorias II Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Alimentos) 837-839.

Nieto A, Correa Y, García JM, Díaz-M. 2014b. Contenido mineral de mieles originarias de cultivos cafeteros de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. Vol. 67, Suplemento II (Memorias II Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Alimentos) 840-842.

Obregón D. 2011. Origen botánico de la miel y el polen provenientes de nidos de *Melipona eburnea* Friese, 1900 y *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), (Apidae: Meliponini) para estimar su potencial polinizador [Tesis de Maestría] [(Bogotá) Colombia]. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia.

Palmera K. 2014. Calendarios florales apícolas en tres apiarios de la Sierra Nevada de Santa Marta. Trabajo de grado. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia.

Ponnuchamy R, Bonhomme V, Prasad S, Das L, Patel P, Gaucherel C, Pragasam A Anupama K. 2014. Honey Pollen: Using Melissopalynology to Understand Foraging Preferences of Bees in Tropical South India. PLoS ONE 9(7): e101618. doi:10.1371/journal.pone.0101618

Rangel JO, Garzón A, 1995. Sierra Nevada de Santa Marta - Colombia. En J. O. Rangel, editor. Diversidad Biótica I. Santa Fé de Bogotá D. C: Universidad Nacional de Colombia, pp. 155–170.

Ricketts T. 2004. Tropical Forest Fragments Enhance Pollinator Activity in Nearby Coffee Crops. Conservation Biology, Pages 1262–1271 Volume18, No.5.

Rivera L, Armbrrecht I. 2005. Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. Revista Colombiana de Entomología Vol.31 no.1.

Roubik DW, Moreno JE. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. Missouri Botanical Garden pp268.

Salazar-Gutiérrez LF, Hincapié-Gómez E. 2005. Arvenses de mayor interferencia en los cafetales. Avances técnicos CENICAFÉ 333. ISSN -0120-0178

Sánchez-F L Gamboa E. 2004. Control de malezas con herbicidas y métodos mecánicos en plantaciones jóvenes de café. Bioagro v.16 n.2

Sereia MJ, Alves E, Toledo V, Marchini L, Sekine E, Faquinello P, De Almeida D, Moreti A. 2011. Physicochemical characteristics and pollen spectra of organic and non-organic honey samples of *Apis mellifera* L. Anais da Academia Brasileira de Ciências 83(3):1077-1090.

Silva-Garnica D, Arcos-Dorado AL, Gómez JA. 2006. Guía ambiental apícola. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 144pp.

Steffan-Dewenter I, Kuhn A. 2003. Honeybee foraging in differentially structured landscapes. Proc. R. Soc. Lond. B 270, 569–575.

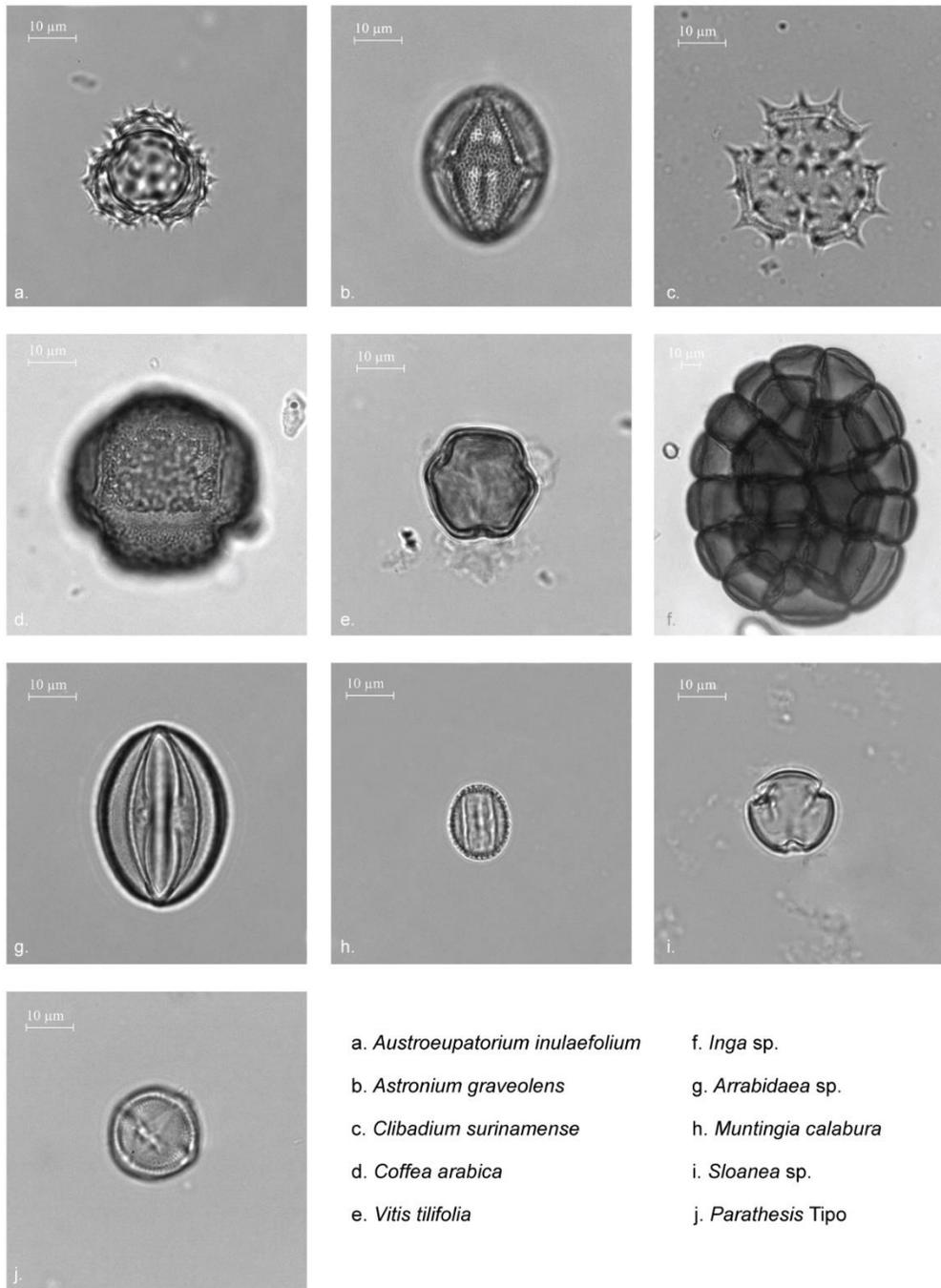
Willard DA, Bernhardt CE, Weimer L, Cooper SR, Gamez D, Jensen J. 2004. «Atlas of pollen and spores of the Florida Everglades». Palynology 28 (1): 175–227.

3. Conclusiones y recomendaciones generales

- No se establecieron diferencias en la vegetación ni en el origen botánico de mieles y entre cultivos orgánicos y convencionales de café en la Sierra Nevada de Santa Marta.
- La SNSN tiene un gran potencial apícola en la región debido a la gran diversidad de especies y a la abundancia de mieles monoflorales, especialmente de Guamo y Café.
- Es indispensable que los apicultores de la región, cosechen la miel al finalizar las principales época de floración, con el fin de evitar en lo posible que néctar y polen de otras especies ingresen en las colmenas.
- Es importante realizar estudios sobre la producción de néctar y polen en las plantas de café, para tener mayor certeza de su contribución en las mieles, y con esto poder calcular el potencial de producción de miel en determinada área.
- Más del 75% de las muestras analizadas provienen del municipio de Ciénaga. Es importante obtener más muestras de los demás municipios para poder comparar cómo se están dando las producciones y ver si hay diferencias intrarregionales.
- Se recomienda para estudios futuros, realizar análisis de trazas de pesticidas en las mieles de cultivos orgánicos y convencionales. Con lo obtenido en el presente estudio y lo visto en otros trabajos, parece ser la única manera de poder introducir al mercado de los productos apícolas una miel que sea realmente orgánica.

ANEXO A

Microfotografías de los granos de polen que fueron dominantes en las muestras de miel analizadas en el capítulo 1.



ANEXO B

Valores de riqueza y diversidad de las mieles analizadas en el capítulo 2.

Mieles fincas convencionales				Mieles fincas orgánicas			
Código		Diversidad		Código		Diversidad	
Miel	Riqueza	Simpson	Shannon	Miel	Riqueza	Simpson	Shannon
1	20	0,811	2,011	3	27	0,845	2,370
5	24	0,849	2,258	4	26	0,906	2,647
6	30	0,828	2,161	8	26	0,738	1,987
10	25	0,831	2,320	9	34	0,678	1,771
12	21	0,740	1,932	11	27	0,605	1,660
15	23	0,860	2,376	13	28	0,862	2,452
18	26	0,832	2,308	14	21	0,765	2,054
19	29	0,739	2,098	16	25	0,804	2,284
25	10	0,627	1,219	17	21	0,555	1,458
28	13	0,524	1,320	22	21	0,809	2,080
34	11	0,481	0,863	23	17	0,762	1,894
36	17	0,562	1,290	24	30	0,898	2,607
37	14	0,518	1,151	26	30	0,672	1,701
40	10	0,538	1,017	27	18	0,575	1,400
41	22	0,860	2,306	29	17	0,369	0,955
43	16	0,758	1,820	30	13	0,608	1,285
44	23	0,813	2,285	31	14	0,656	1,589
55	10	0,793	1,859	32	9	0,570	1,034
56	10	0,663	1,433	33	18	0,636	1,589
57	13	0,778	1,967	35	11	0,670	1,469
58	16	0,761	1,961	38	10	0,423	0,995
59	16	0,603	1,503	39	20	0,722	1,687
60	16	0,823	2,097	42	13	0,598	1,332
64	26	0,823	2,291	45	29	0,828	2,281
65	21	0,587	1,570	46	14	0,718	1,630
68	15	0,630	1,414	47	24	0,692	1,687
75	24	0,766	1,907	48	8	0,580	1,065
78	8	0,509	1,047	49	17	0,436	0,950
79	10	0,725	1,654	50	11	0,217	0,537
82	20	0,821	2,111	51	22	0,728	1,905
83	22	0,755	1,843	52	31	0,816	2,046
84	15	0,744	1,667	53	19	0,842	2,320
85	29	0,824	2,315	54	29	0,885	2,460

Mieles fincas convencionales				Mieles fincas orgánicas			
Código		Diversidad		Código		Diversidad	
Miel	Riqueza	Simpson	Shannon	Miel	Riqueza	Simpson	Shannon
86	13	0,670	1,603	61	17	0,787	1,891
94	16	0,343	0,880	62	19	0,657	1,727
96	20	0,836	2,190	63	32	0,683	1,711
99	12	0,786	1,839	66	25	0,871	2,430
101	11	0,667	1,510	67	18	0,662	1,369
102	17	0,610	1,389	69	32	0,521	1,415
103	19	0,675	1,778	74	26	0,785	1,969