

CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE MIELES DEL APIARIO DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES MELITOLÓGICAS Y APÍCOLAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN

PALYNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF HONEY FROM APIARY OF MELITOLOGICAL AND APICULTURAL RESEARCH LABORATORY OF THE UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MEDELLÍN

LUZ OMAIRA VALENCIA CARDONA^a, CÉSAR AUGUSTO VELÁSQUEZ RUÍZ^b

Recibido 02-08-13, aceptado 06-04-14, versión final 20-05-14.

Artículo Investigación

RESUMEN: Este trabajo presenta la caracterización palinológica de diez (10) muestras de miel de la abeja *Apis mellifera* de diferentes cosechas de miel del año 2011, tomadas del apiario asociado al Laboratorio de Investigaciones Melitológicas y Apícolas (LIMA) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Las muestras fueron sometidas a tratamiento de acetólisis y montadas en gelatina glicerizada, de acuerdo con procedimientos estándar. El análisis cualitativo y cuantitativo del espectro polínico permitió identificar el 16 % del total de los *taxa* a nivel de especie, 37 % fue asociado a un género, 42 % a familia y 5 % a subfamilia. Los tipos polínicos encontrados en mayor abundancia fueron *Eucalyptus* spp. (28,7 %), Myrtaceae (16 %), Lamiaceae/*Fraxinus* spp (16 %), *Mimosa* spp. (10 %), Arecaceae (6,3 %), Bignoniaceae (6,3 %) y *Cecropia* spp (4,2 %). Las mieles del apiario LIMA se consideran multiflorales.

PALABRAS CLAVE: *Apis mellifera*, meliso-palinología, origen botánico, riqueza floral.

ABSTRACT: A melissopalynological characterization of ten (10) samples of honeybee from *Apis mellifera* taken during 2011 from the Melitological and Apicultural research laboratory of the Universidad Nacional de Colombia, Medellín, was made. The qualitative and quantitative analyses of the different pollen grains types found in the pollen spectrum yielded the following results: 16 % of all *taxa* were identified at species level; 37 % at genus level; 42 %, at family level and 5 % at subfamily level. The most abundant pollen types were *Eucalyptus* spp. (28,7 %), Myrtaceae (16 %), Lamiaceae/*Fraxinus* spp (16 %), *Mimosa* spp. (10 %), Arecaceae (6,3 %), Bignoniaceae (6,3) and *Cecropia* spp. (4,2 %). Honeys of LIMA apiary were considered multiflowered.

KEYWORDS: *Apis mellifera*, melisso-palynology, botanical origin, floral richness.

^aLaboratorio de Paleoecología. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. omavalencia@gmail.com

^bLaboratorio de Paleoecología. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. cavelasq@unal.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios palinológicos de la miel de abejas cobran cada día más importancia en el trabajo apícola; pues gracias a ellos, los apicultores no sólo pueden indicar con mayor precisión qué tipo de miel ofrecen, sino que pueden especializarse en la producción de mieles con características determinadas. Mediante análisis palinológicos cualitativos y cuantitativos puede conocerse el origen botánico de la miel, debido a que el espectro polínico presente en la misma, depende principalmente de la riqueza floral de la región donde se halla la colmena.

En algunos países de América Latina (particularmente Brasil, Argentina y México) se han hecho estudios palinológicos de mieles de abejas de las especies *Apis mellifera* L., *Trigona spinipes* y *Trigona angustula*, con el fin de hacer algunas apreciaciones ecológicas de sus comportamientos y/o determinar el espectro polínico presente en las mieles, propoleo o cargas de polen y conocer con ello el origen botánico de las mismas; Cortopassi-Laurino & Ramalho (1988), Carmello *et al.* (2000), Barth (2004), Piedras & Quiroz (2007), Castellanos *et al.* (2012).

En Colombia también se han realizado investigaciones melisopalinológicas de interés, buscando resolver diferentes aspectos de esta temática. Un estudio pionero fue el de Moreno & Devia (1982), quienes estudiaron muestras de miel y polen colectadas por *Apis mellifera* y abejas sin aguijón meliponas y trigonas, para conocer la eficiencia de pecoreo de estas especies, en el municipio de Arbeláez (Cundinamarca). Echeverry (1984) visitó diferentes zonas con el fin de determinar la flora apícola y reportó entre colectadas y no colectadas 498 especies correspondientes a 301 géneros, 79 familias y 37 órdenes. Ortiz de Boada & Nates-Parra (1987), Ortiz de Boada *et al.* (1987); Ortiz de Boada & Cogua (1989); Bogotá *et al.* (2001) y Obregón (2011), en el departamento de Cundinamarca, identificaron especies vegetales nectaríferas y poliníferas y definieron los tipos de miel en términos de composición polínica.

De forma particular, en el departamento de Antioquia donde se llevó a cabo el presente trabajo, se han realizado diferentes estudios melisopalinológicos tendientes a conocer la procedencia botánica de las mieles y a determinar el carácter unifloral o multifloral de las mismas (Corral, 1984; Fonnegra, 1992; Girón, 1995 y Londoño, 1998). En el Valle de Aburrá solo se reporta el estudio de Ortiz (1985) quien encontró que alrededor de 80 árboles de valor ornamental fueron también de importancia apícola. En lo que respecta al apiario del Laboratorio de Investigaciones Melitológicas y Apícolas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín (LIMA), ubicado en el cerro El Volador, no hay estudios sistemáticos de melisopalinología, a pesar de sus 30 años de existencia y de productividad continua.

Teniendo en cuenta que las abejas tienen un radio de desplazamiento amplio y en procura de recur-

Los logran recorrer una distancia máxima de 13 km, pero con radio normal de pecoreo de tres km (Espina & Ordetx, 1983), la vegetación visitada principalmente por las abejas del apiario LIMA, además del cerro El Volador, puede corresponder principalmente a los siguientes sitios: *Arboretum* y *Palmetum* y de la Universidad Nacional de Colombia ubicado a una distancia de 0,7 km y Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe (JAUM), ubicado a una distancia de 1,85 km, respectivamente (Google Earth).

El jardín apícola inicial ligado a este apiario, tuvo, por múltiples razones, una pérdida del 82% de su vegetación, por lo que se optó por sembrar una serie de especies traídas del suroeste antioqueño, a las que se les hizo mantenimiento periódico (Sánchez, 1995b). No obstante, muchas de las especies traídas se han perdido paulatinamente y no existe un inventario actualizado de la flora de este jardín, como tampoco un calendario apícola del apiario. En busca de ese conocimiento y en el marco de las múltiples investigaciones desarrolladas en el LIMA, en el Laboratorio de Paleoecología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, se emprendió el estudio palinológico de 10 muestras de miel de *Apis mellifera* tomadas en 10 cosechas distintas del año 2011. Para ello se procesaron las muestras de miel mediante el método acetolítico de Erdtman (1986) con algunas modificaciones propuestas por este laboratorio. Se contaron los palinomorfos de acuerdo a un protocolo previamente establecido y se identificaron los granos de polen con la ayuda de diversos atlas de polen.

El objetivo de este trabajo consistió en determinar el origen botánico de las mieles del LIMA cosechadas durante el 2011 y determinar si existían diferencias entre las cosechas de un mismo año.

2. ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Cerro El Volador y laboratorio LIMA

El cerro El Volador abarca un área de 107,13 ha y está ubicado entre 1468-1628 msnm en la franja de bosque húmedo premontano (bh-PM/T), con coordenadas 6° 16' 0.86" N y 75° 34' 46.16" O. Tiene una precipitación media anual de 1431 mm con una distribución bimodal a lo largo del año (Corporación Académica Ambiental -CAA-, de la Universidad de Antioquia; Área Metropolitana del Valle de Aburrá, AMVA, y Secretaría del Medio Ambiente, SMA, 2006).

Moreno et al. (1997) describió, como principal uso de la tierra, los pastos enmalezados (50,8 ha) con *Senna spectabilis*, *Vernonia patens* y *Leucaena leucocephala*, entre otros; seguido de plantaciones de *Eucalyptus saligna*. *E. camaldulensis*, *E. globulus* (19,8 ha), sembrados en los años 80 y rastrojo alto (10,2 ha) dominado por *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) y velero (*Senna spectabilis*). En ésta última categoría se clasificaron más de 60 especies, la mayoría de ellas localizadas en el lote conocido como Jardín Apícola del Laboratorio de Investigaciones Melitológicas y Apícolas. Otros usos de

la tierra identificados fueron: reforestación mixta (4,2 ha) con dominio de *Fraxinus pennsylvanica*, *Bauhinia kalbreyeri* y *Acacia decurrens*, entre otros; pastizales (8,2 ha) con *taxa* como *Centrosema* spp, *Paspalum carinatum*, *P. conjugatum*, *Panicum maximum*, *Clitoria* spp, entre otras; plantaciones de *Pinus elliottii* con 2,2 ha y cultivos mixtos con un área de 0,6 ha correspondiente a pequeñas zonas de invasiones con maíz, yuca, plátano, entre otros.

Un estudio de restauración reciente (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-AMVA-, 2012) estableció que 0,47 ha correspondían a especies nativas, clasificaron la vegetación inicial como: vegetación secundaria alta con una área de 32,3 ha que representan el 29,4% del cerro con predominio de *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alliodora*, *Senna spectabilis*, entre otros; vegetación secundaria baja con un área de 15,7 ha donde las especies más representativas fueron *Senna spectabilis*, *Cordia alliodora*, *Leucaena leucocephala*, *Lafoensia speciosa*, entre otros; plantaciones de eucalipto con un área de 18,3 ha (que corresponden al 16,7% del cerro), 5,3 ha de leucaena, 2,9 ha de pino; 3,5 ha de *Fraxinus* spp, 4,9 ha de pastos arbolados; 4,0 ha de pastos limpios; 6,1 ha de pastos enmalezados; 0,5 ha de cultivos de café.

En cuanto a las zonas que circundan el cerro El Volador, Morales (1996) realizó un estudio de la vegetación de la Universidad Nacional que constituye un listado de árboles y palmas (*Arboretum* y *Palmetum*). Se menciona que son especies que han sido traídas de diferentes zonas de vida y se han ido sembrando con fines educativos y de conservación, pero no hay información de abundancias relativas por especie. Otra zona circundante es el Jardín Botánico, pero no hay información, solo en el año en curso se está realizando el inventario de los árboles allí establecidos.

El laboratorio LIMA se encuentra localizado en la parte centrorienta del cerro El Volador y constituye un área de 2,7 ha. Su vegetación fue considerada como rastrojo alto (Moreno et al., 1997). El apiario se encuentra a una altura aproximada de 1480 msnm, cuenta con 30 a 35 colmenas de la especie *Apis mellifera* y sus objetivos principales son actividades de docencia, asesoría a apicultores de Antioquia primordialmente y obtención de diversos productos y subproductos apícolas comercializados en la misma universidad.

3. METODOLOGÍA

3.1. Muestras de mieles

El LIMA en 2011 obtuvo 10 cosechas de miel de acuerdo con la disponibilidad de alimento y condiciones climáticas del año, tuvo interés en su análisis palinológico, y por ello suministraron al Laboratorio de Paleoecología de la misma Universidad, una muestra de cada cosecha. Se colectaron en las siguientes fechas: M1 19 de enero, M2 4 de febrero, M3 3 de marzo, M4 13 de abril, M5 2 de junio, M6 24 de junio, M7 12 de agosto, M8 24 de septiembre, M9 5 de noviembre y M10 el

16 de diciembre. La miel fue procesada según técnica de acetólisis de Erdtman (1986) con algunas modificaciones propuestas por Fonnegra (2011) y el Laboratorio de Paleocología de la Universidad Nacional de Colombia, sede de Medellín. Para el montaje de placas se siguió el protocolo de Kissner (1935, en Erdtman, 1986).

3.2. Análisis cualitativo

Para realizar el análisis cualitativo de la miel, se aplicó el método de Louveaux *et al.* (1970), según el cual las mieles se categorizan en: categoría 1, polen dominante (D), presente en más de 45 %; categoría 2, polen secundario (S), presente entre 16-45 %; categoría 3, polen aislado importante (AI) de 3-15 %; categoría 4, polen aislado (A), presente en menos de 3 %. Con base en esta categorización, posteriormente, se determinó si el origen de la miel era multifloral o unifloral.

Para la identificación de granos de polen se utilizaron los atlas y guías de tipos polínicos de Roubik & Moreno (1991), Aguilar (1992), Velásquez & Rangel (1995), Bedoya (2002) y Giraldo *et al.* 2011. También se compararon con placas de la palinoteca del laboratorio de Paleocología de la Universidad Nacional de Colombia.

3.3. Conteo (análisis cuantitativo)

Previo revisión del contenido de polen de diferentes volúmenes de miel, se decidió trabajar con 60 mL con el fin de concentrar el polen y hacer los respectivos conteos. Para determinar el número de granos a contar se realizó una curva de saturación de especies de una de las muestras más ricas en polen según observaciones preliminares. A medida que se contaban granos, se miraba el número de taxones nuevos que aparecían en el conteo y cuando la curva empezó a hacerse asintótica se suspendió el mismo. Este conteo piloto alcanzó un valor de 3420 granos. Luego se realizaron 3000 simulaciones de conteos, ensayando con diferentes totales (programa estadístico R). Las simulaciones permitieron visualizar en qué rango de valores se encontraba cada taxón al contar cierto número de granos, con un respectivo nivel de confianza y margen de error. Con esto se determinó que, para obtener el 70 % de la diversidad polínica encontrada en la muestra, era necesario contar mínimo 1065 granos de polen. Se contó el volumen completo de 7 μ l, que equivalían a una gota en el portaobjetos, haciendo recorridos horizontales. Cuando en los 7 μ l no se contaba el mínimo estimado, se montaba de la misma muestra otra cantidad igual, hasta contar mínimo los 1065 y se terminaba todo el volumen. Lo anterior determinó diferentes concentraciones en cada muestra.

Las muestras se observaron bajo un microscopio de luz marca Olympus CX 21 con 400 y 1000 aumentos. El conteo se expresó en porcentaje para estimar la frecuencia de cada tipo polínico y determinar su origen botánico. Para establecer la densidad de granos de polen en las muestras de miel, se contaron todos los granos presentes en alícuotas de 7 o 14 μ l, dependiendo de la cantidad

establecida como mínimo a contar. Aquí se tuvo presente la dilución realizada al residuo final que quedó en los tubos después de la acetólisis. Posteriormente, se comparó con las clases de clasificación de Louveaux *et al.* (1970) para definir si la miel era rica o pobre en granos de polen. Los datos obtenidos de los diferentes análisis se graficaron en programas como R Core Team (2013) y Microsoft Office Excel 2007.

3.4. Riqueza polínica y abundancia

Diferentes concentraciones fueron obtenidas en cada una de las muestras, con el fin de alcanzar el mínimo a contar de 1065 granos de polen. Para determinar posteriormente qué muestras fueron más ricas en polen, se optó por trabajar el método de rarefacción ya que permite estandarizar todas las muestras a un tamaño común. Estas curvas posibilitan comparar la riqueza mediante distinta intensidad de muestreo o muestras de diferentes tamaños, en función de la más pequeña (Gotelli & Colwell, 2011). Para ello se determinaron los tipos polínicos y sus números. Por otra parte, se determinó la abundancia relativa de los *taxa* teniendo en cuenta la suma total de polen a lo largo del año. Otros análisis de diversidad no se realizaron, debido a la poca cantidad de muestras y a una ventana de tiempo muy estrecha.

4. RESULTADOS

4.1. Conteo y composición polínica de la miel

De acuerdo con la curva de rarefacción, especie/individuo, realizada como base para definir los conteos, en las diez muestras de miel se contaron en total 26275 granos de polen, sin incluir los tipos no identificados. La diversidad y abundancia relativa presente en las muestras permitió determinar la riqueza de las mismas. La abundancia relativa se observa en la Figura 2.

Se diferenciaron 67 tipos polínicos correspondientes a 39 familias, de los cuales el 16 % fue identificado a nivel de especie y el resto fue asignado a categorías supra-específicas. Así, 37 % a la categoría género, 42 % a la categoría familia y 5 % a la categoría de subfamilia. Muchos de estos *taxa* (género o familia) son estenopolínicos y no es posible diferenciar especies dentro de ellos con respecto a morfología polínica. Además, puede haber traslape entre las medidas de los granos de diferentes especies. También, puede ocurrir que especies de diferentes géneros o familias puedan ser muy similares y no sea posible su identificación precisa, como es el caso de la especie *Fraxinus* spp de la familia Oleaceae y varias especies de la familia Lamiaceae, las cuales son idénticas en su morfología. Algunos *taxa* representativos se muestran en la Figura 5 del **Anexo**.

Los tipos polínicos más representados fueron: *Eucalyptus* spp con 28 % de representación total, Myrtaceae 16 %, Lamiaceae/*Fraxinus* spp 16 %, *Mimosa* spp 10 %, Arecaceae 6,3 %, Bignoniaceae 6,3 y *Cecropia* spp 4,2 %. En las muestras se encontraron 32 tipos sin identificar, en cantidades que

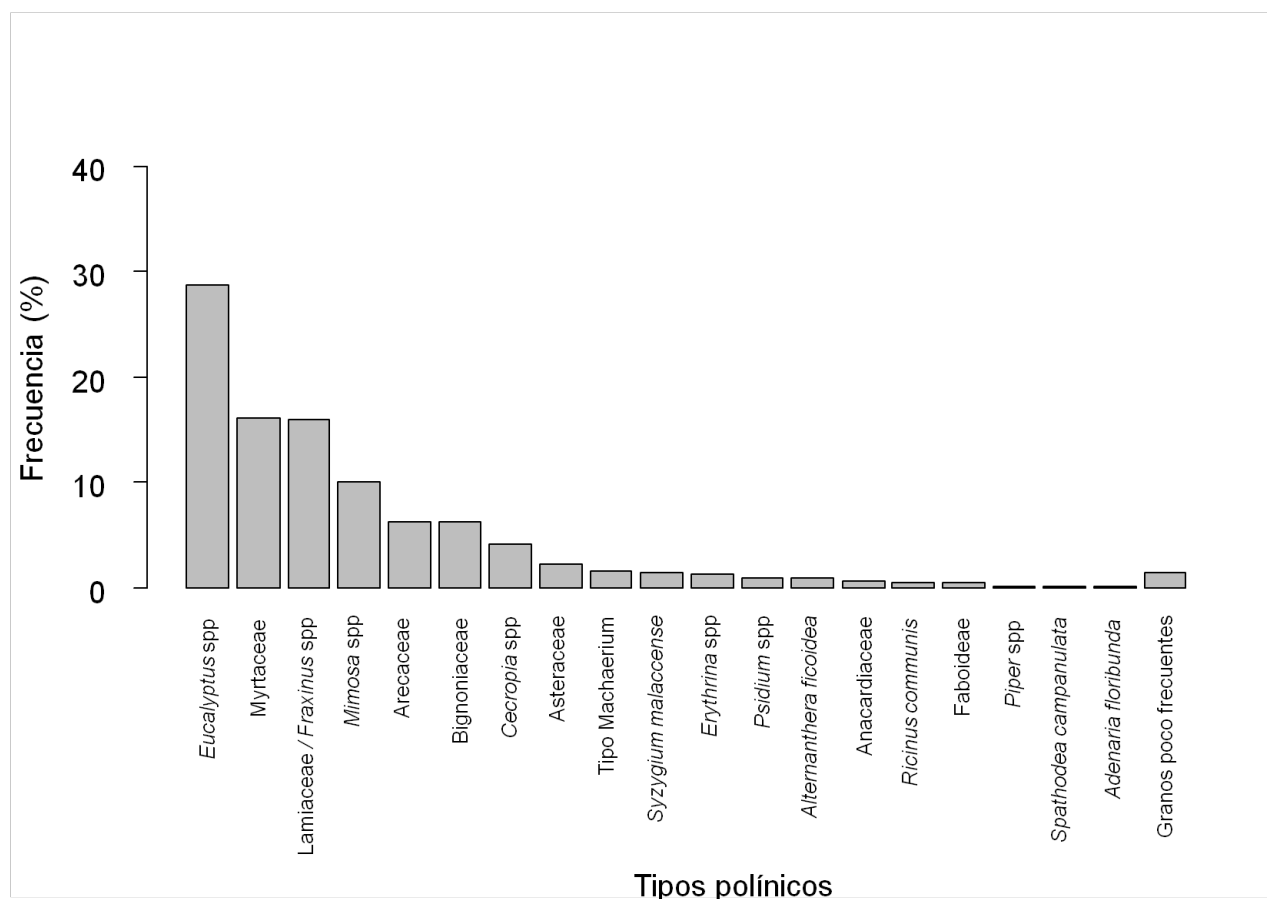


Figura 1: Abundancia relativa de tipos polínicos presentes en el total de las muestras de miel obtenidas en el año 2011, en el apiario LIMA.

oscilaron entre 1-3 granos de polen y sólo representaban por muestra el 0,5%; por lo tanto, no se incluyeron en el análisis.

4.2. Clasificación de las mieles

La revisión de los 67 tipos polínicos identificados arrojó el siguiente resultado (Figura 3):

Categoría 1: Ninguna muestra reportó polen dominante. Categoría 2: Tres tipos polínicos secundarios fueron identificados: *Eucalyptus* spp, Myrtaceae y Lamiaceae/*Fraxinus* spp. Ellos representan el 4,5% del conteo total. Categoría 3: Cuatro tipos polínicos aislados importantes: *Mimosa* spp, *Arecaceae*, *Bignoniaceae*, *Cecropia* spp, que representan el 6% del conteo total. Categoría 4: En mayor proporción, con un porcentaje de 89,6%, que equivalen a 60 tipos aislados, entre los que se encuentran representados *taxa* como: Asteraceae, Tipo *Machaerium*, *Syzygium malaccense*, *Erythrina* spp, *Psidium* spp, *Alternanthera ficoidea*, Anacardiaceae, *Ricinus communis*, Faboideae, *Spathodea campanulata*, entre otros.

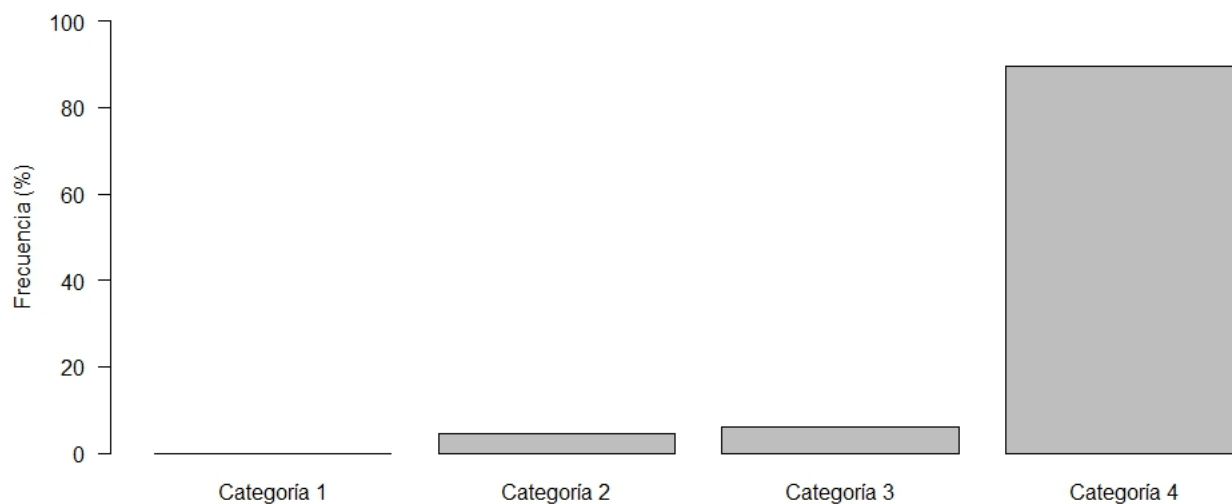


Figura 2: Tipos polínicos agrupados. Categoría 1: D (polen dominante >45%); Categoría 2: S (polen secundario entre el 16-45%); Categoría 3: A.I. (polen aislado importante entre el 3-15%); Categoría 4: A (polen aislado - 3%).

Siguiendo la clasificación de las mieles hecha por Louveaux *et al.* (1970), todas las muestras fueron del tipo multifloral, ya que no hubo tipos polínicos dominantes (D).

Los tipos polínicos más representativos a lo largo del año en las muestras de miel fueron: *Eucalyptus* spp, Myrtaceae, Lamiaceae/*Fraxinus* spp (todas categoría 2), *Mimosa* spp, Arecaceae, Bignoniaceae y Cecropia spp (categoría 3). El tipo polínico más representado en todo el conteo fue *Eucalyptus* spp, y su mayor aparición la obtuvo con 38% en la muestra cinco del 2 de junio de 2011. Las familias más representadas correspondieron a Myrtaceae, Fabaceae (con la subfamilia Mimosoidaeae), Lamiaceae/Oleaceae, Urticaceae, Bignoniaceae y Arecaceae.

4.3. Riqueza

Las curvas de rarefacción, basadas en el número de granos de polen, es un método estandarizado de riqueza de especies a través de interpolación, que ha sido ampliamente utilizado al hacer comparaciones de diversidad (Gotelli & Colwell, 2011), en este caso, para hacer comparaciones de riqueza entre cada una de las 10 muestras. De este estudio fue claro que, en términos del tipo polínico, las muestras M2 y M5 fueron las más ricas en polen, ya que sus curvas de rarefacción se encontraban por encima de las otras muestras. En este orden, le siguieron las muestras M4, M3, M1, M6, M8, M7, M10 y M9, siendo esta última la muestra menos rica (Figura 4).

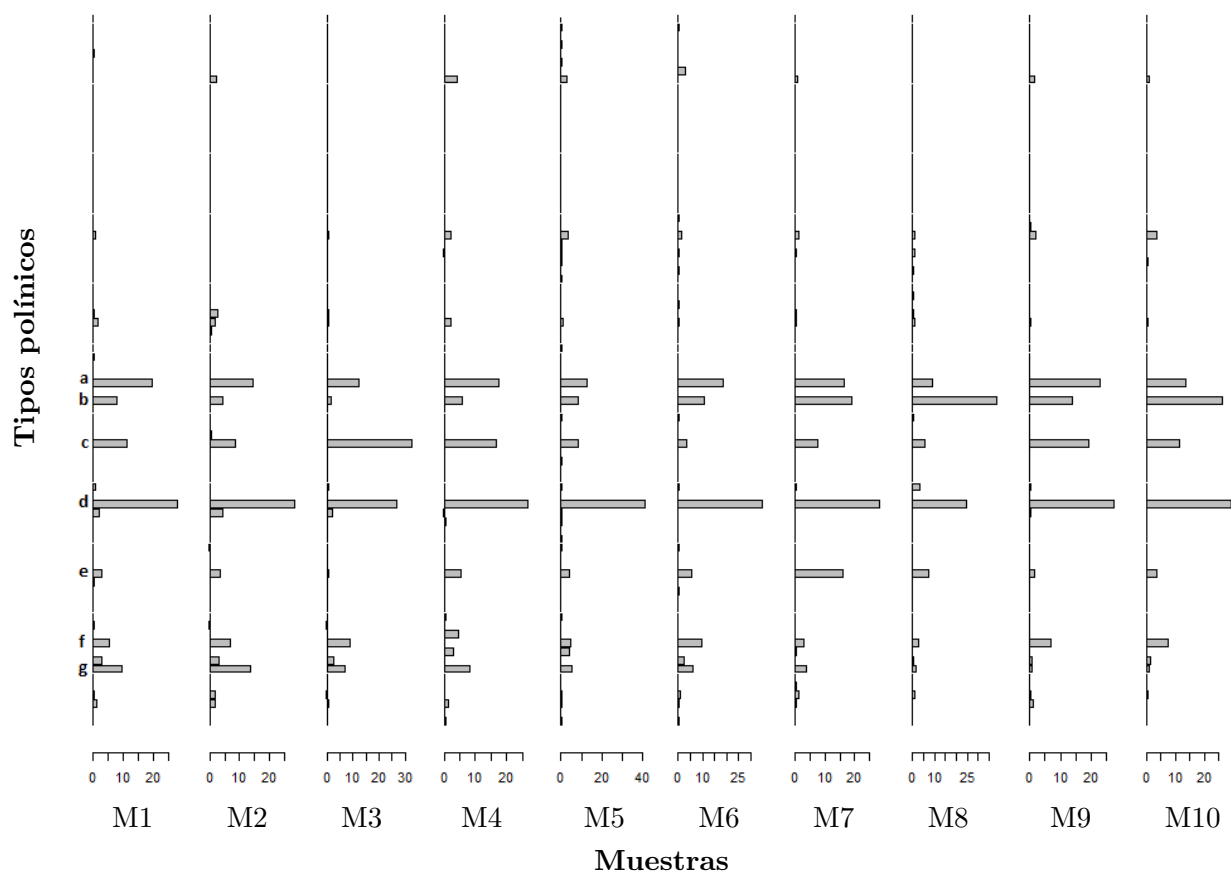


Figura 3: Tipos polínicos más representados en la miel: a) Myrtaceae, b) *Mimosa* spp, c) Lamiaceae/*Fraxinus* spp, d) *Eucalyptus* spp, e) *Cecropia* spp, f) Bignoniaceae, g) Arecaceae. Las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9 y M10 corresponden a los meses de enero, febrero, marzo, abril, junio, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre respectivamente.

4.4. Densidad de polen

Las muestras estudiadas pertenecen a la clase II de Louveaux *et al.* (1970), debido a que el número promedio de granos de polen en 10 mL fue alrededor de 25.000, con un valor mínimo de 24.146 y un máximo de 42.262.

5. DISCUSIÓN

Las especies más representativas, presentes durante el año 2011, en las muestras de miel del apiario LIMA, fueron: Myrtaceae, *Mimosa* spp, Lamiaceae/*Fraxinus* spp, *Eucalyptus* spp, *Cecropia* spp, Bignoniaceae y Arecaceae; todas ellas de valor apícola por su producción de polen y/o nectar. En

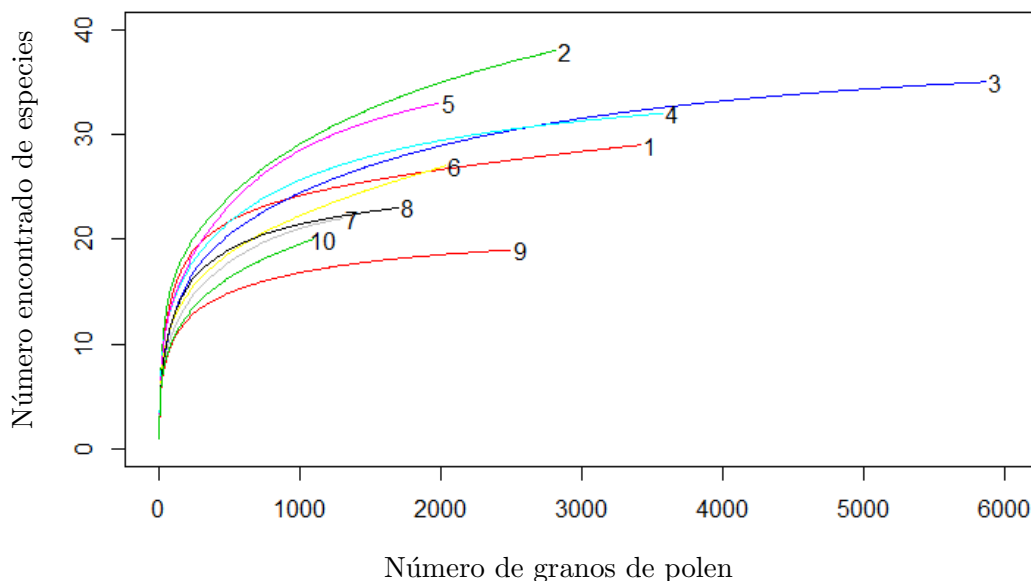


Figura 4: Curvas de rarefacción. Los números corresponden al número de cada muestra. Las muestras 2 y 5 son las más ricas en taxones y le siguen las muestras 4, 3, 1, 6, 8, 7, 10 y 9, siendo esta última la muestra menos ricas en taxones.

un estudio similar en el municipio de Santa Bárbara, cercano a Medellín, Londoño (1998) encontró también *Eucalyptus* spp, *Mimosa pudica* y *Cecropia* spp como los *taxa* más frecuentes a lo largo del año. De estos *taxa*, se destaca *Eucalyptus* spp (taxón estenopolínico de difícil distinción entre especies, por medio de microscopía óptica), no solo porque su polen apareció en todas las muestras de mieles del LIMA y en el 82 % de las muestras de Santa Bárbara, además porque hay reportes de su gran importancia apícola en otros sitios de Colombia y en países vecinos como Brasil.

En Bogotá, en muestras de mieles recolectadas durante los años 1987 y 1989, Ortiz de Boada *et al.*, encontraron que la mayor fuente de polen y néctar para *Apis mellifera* correspondió a *Eucalyptus globulus*, de manera similar a como fue reportado por Bogotá *et al.*, (2001) en mieles provenientes también de la sabana de Bogotá. En otro estudio realizado en el municipio de Fusagasugá-Colombia (Obregón, 2011), en los alrededores de Bogotá, utilizando las abejas sin aguijón *Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula*, se encontró que muestras de mieles colectadas en sus nidos, contenían altas frecuencias de polen de *E. globulus*. Por fuera de Colombia, en algunas regiones del estado de Bahía, Brasil, Carmello *et al.* (2000) también reportaron a *Eucalyptus* spp como una de las principales fuentes de alimento de las abejas del tipo *Apis mellifera*, similar a lo encontrado en el sudeste de Sao Paulo por Cortopassi-Laurino y Ramalho (1988).

Aunque las condiciones ambientales de los lugares en comparación son diferentes, con respecto a las del presente estudio, resultados similares en lo referente a *Eucalyptus* spp, indican que este género es ampliamente usado por las abejas, independientemente del sitio estudiado. Seguramente sus flores son muy atractivas para las abejas, por ser fuente de néctar y polen, además de que no presentan limitaciones para las abejas y son una buena fuente de resinas Nogueira-Neto (2002). A lo anterior se suma el hecho de que estos árboles tienen amplios periodos de floración o permanecen florecidos durante la mayor parte del año, tal como lo indica el calendario apícola de Sánchez (1995a), para el suroeste antioqueño.

De otro lado, estudios melisopalínológicos en la misma zona de vida (parte inferior del bosque Subandino), en apiarios de diferentes lugares del país con *Apis mellifera*, muestran composición floral diferente de las mieles: En Antioquia, Corral (1984) encontró en el municipio de Andes a una altura de 1400 msnm, miel unifloral dominada por *Cordia alliodora*, seguido de algunas Mimosaceae como *Inga* sp y *Mimosa* sp, Asteraceae como *Tithonia diversifolia* y *Cosmos bipinnatus*, entre otras y; en el municipio de Heliconia, a una altura de 1440 msnm, encontró miel multifloral dominada por *Mimosa* sp, *Melicocca bijuga*, *Inga* sp y *Coffea arabica*. En el municipio de Arbeláez, departamento de Cundinamarca, a 1650 msnm, Moreno & Devia (1982), encontraron como dominantes a *Phaseolus*, *Trifolium* e *Impatiens*. En el LIMA, (1480 msnm), la miel fue catalogada como multifloral y coincide con los estudios reportados, excepto Cundinamarca, solo en *Mimosa* sp como único taxon en común. La razón de estas diferencias es que aunque cada cinturón de vegetación tiene una flora característica, las condiciones particulares de cada apiario y de la flora que lo rodea, son las que determinan el contenido polínico de las mieles y por lo tanto no es posible hacer generalizaciones.

Una observación que apoya la conclusión anterior es que las plantas introducidas inicialmente al jardín apícola LIMA por Sánchez (1995b), incluyendo plantas de café, fueron traídas del suroeste antioqueño, zona cafetera por excelencia. Estudios realizados en dicha zona por Girón (1995), mostraron que los tipos polínicos más frecuentes fueron: *Coffea arabica*, *Mimosa pudica* y *M. albida*; asimismo Fonnegra (1992) encontró en el mismo sector (varios municipios), que el 85,8 % de mieles fueron uniflorales con *C. arabica* como tipo dominante. Quince años después, las mieles del LIMA solo reflejan el 27 % de aquella flora, y la flora actual ha cambiado bastante debido a plantaciones de eucalipto en los alrededores, y a que muchas de las especies originales traídas del suroeste desaparecieron por quemas reiteradas, manejo inadecuado y/o mortalidad. Esto nos muestra que el contenido polínico de la miel refleja muy bien, no solo la composición de la vegetación local, sino también los cambios en la vegetación de un sitio a través del tiempo, y de paso nos muestra un posible proxy para estudios de la dinámica vegetal.

De resaltar en el presente estudio, es que la mayoría de las especies vegetales del *Arboretum* y *Palmetum* de la Universidad Nacional de Colombia, Jardín Botánico y el mismo Ecoparque Cerro

El Volador, ubicadas dentro del radio de acción de recolección de las abejas del apiario LIMA; no están representadas en el espectro polínico de las mieles. Esta subrepresentación se debe probablemente a que muchas de las especies reportadas en inventarios de vegetación de la zona, no son de importancia apícola, ni como nectaríferas ni como poliníferas, o a que algunos *taxa* poliníferos tienen poca presencia en la zona; o a que muchas especies son importantes como productoras de néctar, mas no de polen. Estas circunstancias hacen que no participen en la conformación de la miel o que no alcancen a estar representadas en el espectro polínico. También puede ocurrir que tengan polen con exinas débiles y sean fácilmente destruidos en el proceso de acetólisis, llevado a cabo en el proceso de preparación de placas permanentes para estudio palinológico.

La afirmación de Espina & Ordetx (1983), de que “para que una especie nectarífera entre en la categoría de planta de cosecha, es necesario que sea abundante en la localidad o región, la floración sea de larga duración y su néctar secretado sea fácilmente accesible para las abejas y con una concentración elevada de azúcares”, cobra vigencia; de ahí que, a pesar de que una zona de estudio determinada esté rodeada de vegetación abundante, es posible que la mayoría de sus especies no cumplan con las anteriores condiciones. En este mismo sentido, Fonnegra (1992) afirmó que las abejas seleccionan la fuente de néctar entre varias plantas que ofrecen la mayor concentración de azúcares, lo que significa que no todas las especies tienen las características para ser visitadas por las abejas, y concluyó que el espectro polínico de una muestra de miel depende principalmente de la riqueza floral de la región donde se halla la colmena, y que aunque la región sea de gran riqueza florística, las abejas no aprovechan más de la cuarta parte de las especies vegetales allí localizadas.

Estas razones pueden explicar en parte la baja representación de la flora anexa al apiario del LIMA en las muestras de miel, y más el hecho de que buena parte de los árboles de las áreas mencionadas son flora introducida de otras zonas de vida, no bien adaptadas a nuestro medio y de bajo valor apícola; además de que la mayoría de arvenses que crecen en los alrededores son eliminadas permanentemente mediante podas. También es posible que muchos tipos polínicos que aparecen subrepresentados en las muestras de miel provengan de plantas con baja producción de polen, pero abundantes en la zona, y debido al comportamiento generalista de las abejas (Severson & Parry, 1981) son usadas como recurso disponible. Asimismo, cuando hay una amplia oferta de recursos, las abejas desarrollan preferencia por ciertas especies vegetales y serán ellas las más representadas en la miel (Amaya, 2009). Parece que en el caso del LIMA, la oferta es muy variada, pero solo algunas especies son de verdadero valor apícola y lo suficientemente abundantes como para ser utilizadas permanentemente.

No obstante la baja representación de la flora local en la miel, es notorio el alto contenido de polen de palmas de diverso tipo detectado en las muestras (polen aislado importante en las muestras 1-7, polen aislado en las muestras 8-10), con valores tan altos como 13,6 % en la muestra 2 del mes de

febrero. Dado que en el cerro El Volador no hay palmas sembradas, pero en cambio sí hay un joven *Palmetum* al interior de la Universidad Nacional, con muchas de sus especies en edad reproductiva, es seguro que este *Palmetum* se ha convertido en los últimos años en fuente de polen y néctar, ya que se encuentra ubicado en el radio de vuelo de las abejas del apiario LIMA y seguramente su importancia crecerá, a medida que nuevas especies entren en floración.

Reportes similares, aunque no con valores tan altos, se han registrado en algunos sectores de Colombia. En el municipio de Bolívar, Antioquia, Corral (1984) reportó para la palma real *Roystonea regia* y la palma corozo *Acrocomia* sp, porcentajes en la miel de 3,14 y 2,09 %, respectivamente. En este municipio, su entrada principal y algunas de sus calles están sembradas con palma real, y en muchas de sus fincas cafeteras crece la palma corozo. Seguramente estas son las fuentes de polen y néctar de apiarios de la zona. Polen de las palmas *Roystonea regia* y *Chrysalidocarpus lutescens* han sido registrados en mieles en los estudios de flora apícola colombiana realizados por Echeverry (1984) y en la flora apícola del Valle de Aburrá por Ortiz (1985). De manera similar, en México, estado de Tabasco, Castellanos *et al.* (2012) encontraron mieles monoflorales de *Cocos nucifera* y estableció que en la familia Arecaceae, *C. nucifera* es considerada como una de las especies con mayor valor apícola, puesto que aporta néctar y polen en cantidades importantes para el pecoreo de las abejas. Todos estos estudios reafirman que las palmas son de importancia apícola y que algunos apiarios podrían verse muy beneficiados cuando se ubican en alrededores de plantaciones de palmas; muy pertinente para Colombia donde los cultivos de estas se han incrementado fuertemente en los últimos años, particularmente la de aceite (*Elaeis guineensis*).

La presencia o ausencia de polen de plantas anemófilas en las muestras de miel del LIMA, puede explicarse por varios factores. El registro de granos de polen de *Zea mays*, *Cyperaceae* y *Poaceae*, aunque en muy bajos porcentajes (0,01, 0,07 y 0,1 %, respectivamente) puede deberse a que llegan allí accidentalmente por acción del viento o que las abejas entran en contacto con ellos en el aire cuando dicho polen está aún suspendido. En cualquier caso este polen minoritario no es una fuente importante de proteínas en la miel; diferente a las plantas que son solo nectaríferas, que aunque presentes en baja proporción polínica, si aportan otros componentes, como por ejemplo azúcares Fonnegra (2011). Otro es el caso de *Pinus elliotii*, que no está representado en las mieles del año estudiado, a pesar de existir cerca del apiario un área sembrada de aproximadamente 2,9 ha (AM-VA, 2012). Es probable que en cosechas de otros años sí se registre, así sea en bajos porcentajes. Cualquiera sea la circunstancia, el polen de plantas anemófilas, así haya buena diversidad de ellas, no es de gran importancia en las muestras de miel, porque normalmente se presentan en muy bajos porcentajes.

Respecto a la riqueza palinológica, la miel se caracterizó por una tendencia a tener baja cantidad de granos de polen, con respecto a lo esperado para las mieles de Colombia. Nuestros hallazgos mues-

tran valores oscilantes entre 24.146 y 42.262 para 10 mL de miel; muy por debajo de los hallazgos de Fonnegra (1992), quien encontró en el análisis cuantitativo para 10 mL, que la mayoría de las muestras presentaban entre 197.044 y 1.711.905 granos de polen. Sin embargo, este número depende de óptimos climáticos, geográficos, florísticos, etc. En Estados Unidos, un valor mayor de 20.000 granos de polen en 10 mL, similar al nuestro, es considerado óptimo. Algunas prácticas culturales (como la poda permanente de árboles y eliminación de arvenses en los alrededores del apiario, la abundancia de plantas con poco o ningún valor apícola), y el hecho de que el año estudiado fuera de gran pluviosidad, pueden ayudar a entender esta circunstancia.

La eliminación permanente de arvenses puede ser una posible causa de disminución de la riqueza de granos de polen, pues en general son especies que presentan altas tasas de floración durante todo el año y muchas son visitadas por abejas (Cifuentes *et al.*, 2012). De ahí que su ausencia permanente se vea reflejada en las muestras de miel. Quizá el factor más importante que puede explicar el bajo número de granos de polen, sean las condiciones climáticas que dominaron el año 2011: aumento de lluvias y disminución de la temperatura. Los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre, correspondieron al fenómeno de la Niña -lluvias-; y los meses de junio, julio, agosto y septiembre correspondieron a neutros (Ideam, 2011). Estas condiciones seguramente influyeron en el comportamiento de las abejas, ya que estas pueden disminuir las visitas florales, aglomerándose dentro de la colmena para termorregularla (Arnaut & Nogueira, 1999), afectando así la producción de la colmena. Además, el exceso de lluvia lava el polen de las flores, no quedando disponible para las abejas. Este último aspecto fue corroborado por Girón (1995), quien estableció (en un estudio realizado en el suroeste de Antioquia) que la correlación entre la pluviosidad mensual, con respecto a la carga de polen colectada mensualmente por las abejas, fue negativa; debido a que el aumento en la pluviosidad se reflejó en la disminución de la carga de polen colectada por *A. mellifera*. En general, la alta precipitación no solamente influye en el vuelo de las abejas sino también en la antesis floral, en la secreción del néctar y en la disponibilidad de polen (Girón, 1995).

Un último aspecto a considerar es la homogenización de las especies vegetales, que crecen en ciertas áreas y que tiene marcada influencia sobre la composición polínica de las mieles. Aunque la disponibilidad de múltiple oferta floral es mínima, en ocasiones es benéfico para la producción de mieles uniflorales, apetecidas por algunos consumidores, como las de apiarios ubicados en sembradíos de café, eucaliptos, cítricos y carboneros. No es claro si las mieles con número similar de granos de polen, pero divergiendo en la diversidad de los mismos, sean igualmente ricas en proteínas u otros componentes del polen. Esto es poco probable, pues cada especie tiene su propia carga de proteínas, polisacáridos y grasas. Relacionando la riqueza de una miel respecto al tamaño de los granos de polen presentes en la misma, Demianowicz (1964), afirmaba que mientras más pequeño el tamaño del grano, más rica en polen podía ser la mie. No obstante, esto no significa más diversidad o mayor valor nutritivo. En el caso del LIMA, la miel es rica en granos grandes de Bignoniaceae

y Palmae; pero también en granos pequeños, como *Eucalyptus* spp y *Mimosa* spp, lo que induce a pensar que, desde el punto de vista nutricional es una miel de alto valor.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este primer estudio melisopalinológico de la miel del apiario LIMA, de la Universidad nacional de Colombia (sede de Medellín), se encontró que el polen dominante en las muestras de miel para el año 2011 correspondió a *Eucalyptus* sp, Myrtaceae, Lamiaceae/*Fraxinus* spp, *Mimosa* spp; seguidos de Arecaceae, Bignoniaceae, *Cecropia* spp y Asteraceae.

La miel del apiario LIMA es de carácter multifloral y para el año de estudio es relativamente pobre en cuanto al número de granos de polen por unidad de volumen (si se compara con otros estudios de Antioquia), y normal, si se compara con mieles de Estados Unidos.

La diversidad vegetal en los alrededores del apiario es grande. Sin embargo, son pocas las especies que presentan alto valor apícola; en parte porque son entomófilas, y en parte porque están sometidas a un proceso continuado de poda, como es el caso de las arvenses.

Muchas de las especies reportadas en el cerro El Volador (que aparecen en los inventarios de vegetación como abundantes) probablemente no son apícolas, puesto que no aparecen en los espectros polínicos de las muestras estudiadas.

El *Palmetum* de la Universidad Nacional de Colombia, y el cultivo de eucalipto del cerro El Volador, son importantes fuentes de alimento para las abejas del apiario de la Universidad Nacional, debido a que el polen de estos taxones está representado en todas las muestras de miel a lo largo del año.

De algunas comparaciones realizadas, se concluye que los *taxa*, que siempre son aprovechados por las abejas, lo son independientemente del área de estudio. De igual manera sitios de características similares pero con floras distintas; están representados en las mieles acorde a la composición floral del sitio.

El análisis palinológico de la miel de abejas del apiario LIMA, fue una herramienta básica para determinar su origen botánico, y para poder establecer su carácter multifloral y su riqueza en términos de concentración de polen.

Como este análisis correspondió a un solo año (y la oferta apícola puede variar en el tiempo), se debe repetir periódicamente este estudio para asegurar el conocimiento sobre las plantas más importantes del apiario del LIMA. Esto debe estar aunado a la realización de un calendario apícola,

también de forma periódica, para determinar periodos de floración. Lo mismo se recomienda para cualquier otro apicultor.

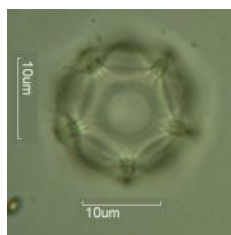
De estas conclusiones se desprende que es importante actualizar los estudios de diversidad floral del cerro (especialmente del jardín apícola): que contenga información sobre las épocas de floración, caracterización, palinología e inventario de arvenses (casi todo lo que existe es sobre árboles), ya que estas especies son muy utilizadas por las abejas. Así se podrá hacer una correlación entre los arvenses y su representatividad polínica en la miel. Dada la cantidad de mieles adulteradas y la demanda creciente de este producto, es necesario que los apiarios realicen estudios sobre la caracterización de sus mieles, para garantizar al usuario la calidad de sus productos y ponerle freno a la competencia desleal. Además, así tendrán otra herramienta fundamental para acceder a procesos de certificación.

Estudios melisopalinológicos como este, permiten conocer las plantas y el área geográfica determinantes para la producción de miel. Se recomienda que todo apicultor haga este tipo de estudios, para que pueda saber qué vegetación debe sembrar prioritariamente en los alrededores de sus apiarios, y hacer un buen manejo de las cosechas de miel.

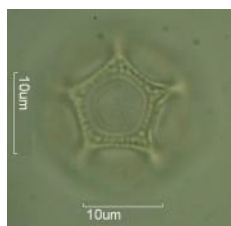
AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Laboratorio de Investigaciones Melitológicas y Apícolas y al Laboratorio de Paleoecología, de la Universidad Nacional de Colombia sede de Medellín; por el suministro de muestras de miel y por la preparación y montaje de las mismas, respectivamente.

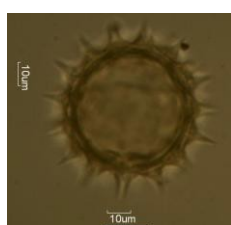
Anexo: Granos de polen más frecuentes (aparece el aumento del objetivo (40X, 100X))



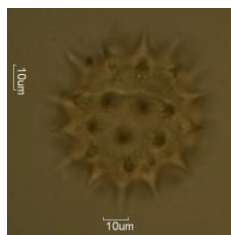
(1) 100x



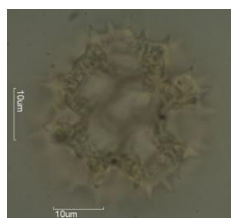
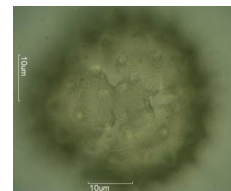
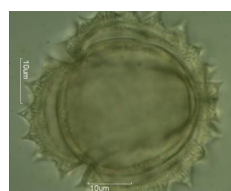
(2) 40x



(3) 100x



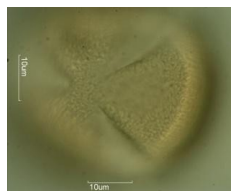
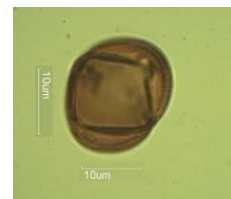
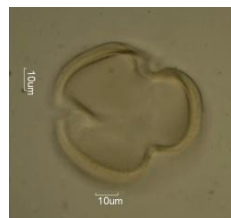
(4) 100x



(5) 100x



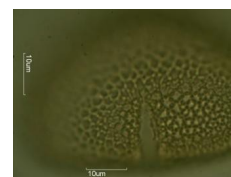
(6) 40x



(7) 100x



(8) 40x



(9) 100x

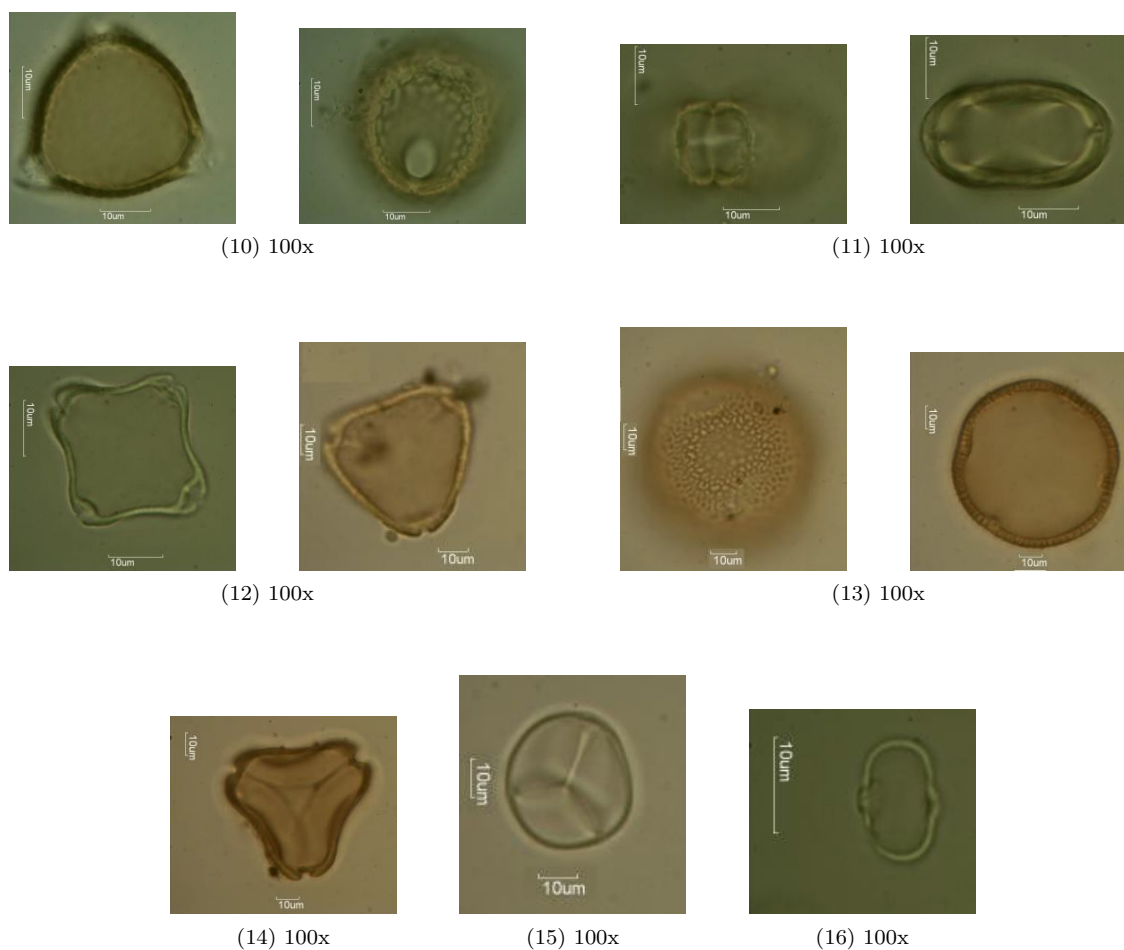


Figura 5: AMARANTHACEAE, *Alternanthera ficoidea* (1); ARECACEAE (2); ASTERACEAE (3) (4), *Vernonia* sp (5); BIGNONIACEAE (6)(7); BOMBACACEAE, *Bombacopsis quinata* (8)(9); FABACEAE, *Erythrina* spp (10); MYRTACEAE (11), *Psidium* spp (12); LAMIACEAE/*Fraxinus* spp (13), *Eucalyptus* spp (14); MIMOSOIDAE, *Mimosa* spp (15); URTICACEAE, *Cecropia* spp (16); El trazo representa 10 micrómetros. El color se aprecia en la versión digital.

Referencias

- Aguilar C. (1992), Contribución al estudio palinológico de la flora apícola del suroeste antioqueño. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 184 p.
- Arnaut de Toledo, V. & Nogueira-Couto R. H. (1999), Thermoregulation in colonies of africanized and hybrids with Caucasian, Italian and Carniolan *Apis mellifera* honey bees. *Braz. arch. biol. technol. Curitiba*, 42, 1–7.

- Amaya-Márquez, M. (2009), Memoria y aprendizaje en la escogencia floral de las abejas. *Acta biol. Colombia*, 14, 125-136.
- Área Metropolitana del Valle De Aburrá. (2012), Desarrollo tecnológico y científico para generar un modelo de restauración y vegetación para el parque natural regional metropolitano Cerro El Volador aumentando la oferta de bienes y servicios ambientales del área protegida. Convenio de ciencia y tecnología N° 309 de 2011. AMVA. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 185 p.
- Barth, O. M. (2004), Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 61, 342-350.
- Bedoya, O. G. (2002), Granos de polen potencialmente alergénicos en el Valle del Aburrá. Medellín. Facultad de Ciencias Exactas. Instituto de Biología. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 105 p.
- Bogotá, R. G.; Rangel, J. E.; Jiménez, L. C. (2001), Análisis palinológico de mieles de tres localidades de la sabana de Bogotá. *Caldasia*, 23(2), 455-465.
- Castellanos, B.P.; Ramírez, E. & Zaldivar, J. M. (2012), Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: apidae) en el estado de Tabasco, México. *Acta Zool. Mex.*, 28, 1-22.
- Carmello, A. C.; Lopes, C. A.; Marchini, L. C.; Fernandes, P. C. (2000), Espectro polínico de amostras de mel de *Apis mellifera* L., coletadas na Bahia. *Bragantia Campinas*, 59, 1-6
- Cifuentes, L. M.; Sepulveda, M. del P.; Gómez, G. D. (2012), Arvenses asociadas a sistemas de pasturas en la zona baja del departamento del Quindío. *Rev. Invest. Univ. Quindío*, 23(2), 101-111.
- Corporación Académica Ambiental (CAA) Universidad de Antioquia, Secretaría del Medio Ambiente -SMA- & Área Metropolitana del Valle de Aburrá -AMVA-. (2006) Resumen ejecutivo proyecto planes de manejo y gestión integral cerros tutelares de Medellín. Convenio Interadministrativo N°. 4800000616 de 2004. 111 p.
- Corral, B. H. (1984), Análisis Palinológico en muestras de miel de abejas de algunas regiones de Antioquia. *Actualidades Biológicas*, 13(49), 56-66.
- Cortopassi-Laurino, M. & Ramalho, M. (1988), Pollen Harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in Sao Paulo botanical and ecological views. *Apidologie*, 10(1), 1-24.
- Demianowicz, Z. (1964), Charakteristik der Einartenhonige. *Annls. Abeille*, 7(4), 273-288.

- Echeverry, E. R. (1984), Flora apícola colombiana. Bogotá Presidencia de la República de Colombia. 283 p.
- Erdtman, G. (1986) Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms. HafnerPubl. Co. New York. 533 p.
- Espina, D. & Ordetx, G. (1983), Apicultura tropical. 3 ed. Cartago. Editorial tecnológica de Costa Rica. 488 p.
- Fonnegra, R. (1992), Análisis palinológico de la miel de abejas del Suroeste Antioqueño. Centro de investigaciones Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Medellín. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 236 p.
- Fonnegra, R. (2011), Introducción a la palinología y biología del grano de polen: conceptos teóricos básicos y métodos de estudios palinológicos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Instituto de Biología. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 241 p.
- Giraldo, C.; Rodríguez, A.; Chamorro, F. J.; Obregón, D.; Montoya, P.; Ramírez, N.; Solarte, V.; Nates-Parra, G. (2011), Guía ilustrada de polen y plantas nativas visitadas por abejas. Bogotá. Departamento de Biología. Laboratorio de investigaciones en abejas (LABUM). Facultad de ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 215 p.
- Girón, M. V. (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.
- Google (2013), Foto de satélite de Cerro el Volador, coordenadas del apiario LIMA.[En línea]. [Consultada en enero de 2013]. Disponible en: <http://earth.google.com>
- Gotelli, N. J. & Colwell, R. K. (2011), Estimating species richness. In: Biological Diversity. A. E. Magurran and B. J. McGill, editors. Frontiers in measuring biodiversity. Oxford University Press, New York. pp: 39-54.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2011), Boletín informativo sobre el monitoreo de los Fenómenos de variabilidad climática “El Niño” y “La Niña”. Ediciones 24-39. [En línea]. [Consultada en junio de 2013]. Disponible en: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>
- Londoño, C. P. (1998), Estudio palinológico de miel procedente del apiario Los Charcos (Santa Barbara). Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 110 p.
- Louveaux, J.; Maurizio, A.; Vorwohl, G. (1970), Methods of Melisopalynology. *Bee World*, 51(3), 125–138.

- Morales, L. (1996), Composición y distribución del *Palmetum* y *Arboretum* de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. *Crónica Forestal y del medio ambiente*, 11, 105–119.
- Moreno, J. E & Devia, W. (1982), Estudio de origen botánico de la miel y el polen almacenado por *Apis mellifera*, *Melipona ebúrnea* y *Trigona (Tetragonisca) angustula* (Hymenoptera: Apidae), en el municipio de Arbelaez, Cundinamarca, Colombia, Tesis de pregrado, Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 272 p.
- Moreno, F.; Urrego, L.; Lopera, G. & Castaño, G. (1997), Plan de Manejo de la Biota Ecoparque Cerro El Volador. Convenio Secretaría de Educación y Cultura de Medellín-Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 101 p.
- Nogueira-Neto, P. (2002) Management of Plants to Maintain and Study Pollinating Bee Species, and Also to Protect Vertebrate Frugivorous Fauna. In: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL (eds) - Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature - Ministry of Environment. Brasília. p.21-28.
- 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. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Investigación: Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN). Bogotá, Colombia. 78 p.
- Ortiz de Boada, D. & Nates-Parra, G. (1987), Procedencia botánica del polen de la miel almacenada por *Apis mellifera* en la Sabana de Bogotá. II: Polen en la miel. *Agronomía Colombiana*, 4, 39–42.
- Ortiz de Boada, D.; Nates-Parra, G.; Bustos, I. (1987), Procedencia botánica del polen almacenado por *Apis mellifera*, en alrededores de la Sabana de Bogotá. I: Polen en las colmenas. *Agronomía Colombiana*, 4, 31–38.
- Ortiz de Boada, D. & Cogua, J. (1989), Reconocimiento de granos de polen en algunas plantas melíferas en la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*, 6, 52–63.
- Ortiz, L.E. (1985), Flora ornamental de importancia apícola del Valle de Aburrá. Medellín. Departamento de Biología. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 130 p.
- Piedras, B. & Quiroz, D. L. (2007), Estudio melisopalinológico de dos mieles de la porción de sur del Valle de México. Instituto Politécnico Nacional. Distrito Federal, México. *Polibotánica*, 23, 57–75
- Roubik, D. W. & Moreno, J. E. (1991), Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Monographs in systematic botany from the Missouri botanical Garden. Balboa, Panamá. 36: 268 p.

- R Core Team (2013), R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Sánchez, D. (1995), Trabajo de investigación sobre abeja africanizada -fase II (Calendarios apícolas para el suroeste Antioqueño). Medellín. Miscelánea, Sociedad Colombiana de Entomología N° 32. 40 p.
- Sánchez, D. (1995), Trabajo de investigación sobre abeja africanizada -fase II (Jardín botánico apícola LIMA). Laboratorio de investigaciones melitológicas y apícolas. Medellín. Miscelánea, Sociedad Colombiana de Entomología N° 32. 40 p.
- Severson, D. W. & Parry, J. E. (1981), A chronology of pollen collection by honeybees. *J. of Apic. Res.*, 20(2), 97–103.
- Velásquez, C. A. & Rangel, J. O. (1995), Atlas Palinológico de la Flora Vascular del Páramo I, las familias más ricas en especies. *Caldasia*, 17(82-85), 509–568.