



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

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

Diana Obregón Corredor

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Agronomía

Bogotá, Colombia

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

**Diana Obregón Corredor**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Entomología**

Directora:

M.Sc. Guiomar Nates Parra

Grupo de Investigación:

Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN)

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Agronomía

Bogotá, Colombia

2011



## **Agradecimientos**

Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural y Universidad Nacional de Colombia (Departamento de Biología, Facultad de Agronomía) por la financiación del trabajo. Al equipo del Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN) por toda la colaboración. A César Talero y José Omar Castellanos, por permitir realizar el estudio en sus meliponarios. Al laboratorio de Palinología y Paleoecología del Instituto de Ciencias Naturales, por permitirnos consultar su palinoteca. A Jorge Veléz por su colaboración en la identificación de las plantas.



## Resumen

Se realizaron análisis palinológicos de muestras de miel y polen de nidos de *Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula* en el Municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, con el fin de conocer las especies vegetales de las cuales dependen estas abejas. Con base en estos resultados se hicieron análisis de preferencia floral y nicho trófico. Los tipos polínicos más frecuentes en muestras de *M. eburnea* fueron: *Eucalyptus globulus* (100%), Tipo *Myrcia* (95%), *Tibouchina longifolia* (47,6%) y *Adenaria floribunda* (42,8%) Para *T. angustula*: Tipo *Myrcia* (90%), *Eucalyptus globulus* (90%), *Heliocarpus americanus* (90%), y Tipo *Citrus* (90%), En el análisis de nicho existe una clara separación para las fuentes de polen, con un solapamiento de tan solo 3,6% mientras que en el nicho de miel hay una mayor similaridad y el solapamiento en promedio fue de 39,4% llegando a alcanzar hasta 70% en el mes de Diciembre. Estos resultados son discutidos con base en las estrategias de forrajeo de cada especie y su potencial polinizador en la zona.

**Palabras clave:** preferencia floral, nicho trófico, forrajeo

## Abstract

Palynological analysis was performed on samples of honey and pollen from nests of *Melipona eburnea* and *Tetragonisca angustula* in the municipality of Fusagasuga, Cundinamarca, in order to know the plant species of which depend on these bees. Based on these results we made analysis of floral preference and trophic niche. The most frequent pollen Tipos in the samples were: For *M. eburnea*: *Eucalyptus globulus* (100%), Tipo *Myrcia* (95%), *Tibouchina longifolia* (47,6%) and *Adenaria floribunda* (42,8%). For *T. angustula*: Tipo *Myrcia* (90%), *Eucalyptus globulus* (90%), *Heliocarpus americanus* (90%), and Tipo *Citrus* (90%). In the niche analysis there was a clear separation between pollen sources consumed by the two species, with an overlapping of just 3,6%, while in the honey sources there was a major similarity with an overlapping of 39,4% reaching up to 70% in December. These results are discussed based on the foraging strategies of each species and its potential pollinator in the area.

**Keywords:** Floral preference, trophic niche, foraging

# Contenido

	Pág.
<b>1. Preferencias florales de <i>Melipona eburnea</i> Friese, 1900 (Apidae: Meliponinae) en una área de la región Andina Colombiana</b>	<b>15</b>
1.1 Materiales y métodos	17
1.2 Resultados	19
1.2.1 Análisis palinológico de muestras de polen de potes	19
1.2.2 Análisis palinológico de muestras de miel	25
1.2.3 Características de las plantas visitadas por <i>Melipona eburnea</i>	33
1.3 Discusión	35
1.4 Conclusiones	38
1.5 Bibliografía	39
	1.6
<b>2. Análisis del nicho trófico de <i>Melipona eburnea</i> Friese, 1900 y <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811), (Apidae: Meliponinae)</b>	<b>45</b>
2.1 Materiales y métodos	46
2.2 Resultados	20
2.2.1 Análisis palinológico	50
2.2.2 Análisis de nicho	55
2.3 Discusión	60
2.4 Conclusiones	66
2.5 Bibliografía	67
<b>3.Recomendaciones</b>	<b>71</b>

# Lista de figuras

Pág.

## Capítulo 1

- Figura 1. Tipos polínicos con mayores valores de porcentaje de ocurrencia y su respectiva frecuencia de clases en muestras de polen de *Melipona eburnea*.....**21**
- Figura 2. Origen botánico de las muestras de polen de *Melipona eburnea*.....**22**
- Figura 3. Análisis de similaridad usando distancias euclidianas para muestras de polen de *Melipona eburnea*.....**22**
- Figura 4. Abundancias relativas promedio de los tipos polínicos dominantes mes a mes para muestras de polen.....**23**
- Figura 5. Tipos polínicos con mayores valores de frecuencia de ocurrencia y frecuencia de clases en muestras de miel de *Melipona eburnea*.....**28**
- Figura 6. Origen botánico de las muestras de miel de *Melipona eburnea*.....**29**
- Figura 7. Análisis de similaridad usando distancias euclidianas para muestras de miel de *Melipona eburnea*.....**31**
- Figura 8. Abundancias relativas promedio de los tipos polínicos dominantes mes a mes para muestras de miel.....**32**
- Figura 9. Modelo de planta con características ideales para ser visitada por *Melipona eburnea*: Árbol hermafrodita de inflorescencias racemosas con flores blancas en forma de cepillo.....**34**

**Capítulo 2**

Figura 1. Número de tipos polínicos encontrados en la miel y el polen de <i>M. eburnea</i> y <i>T. angustula</i> a lo largo del año.....	<b>52</b>
Figura 2. Amplitud del nicho calculado con índice de diversidad de Shannon (H') en muestras de polen de <i>M. eburnea</i> y <i>T. angustula</i> .....	<b>56</b>
Figura 3. Amplitud del nicho calculado con índice de diversidad de Shannon (H') en muestras de miel de <i>M. eburnea</i> y <i>T. angustula</i> .....	<b>58</b>
Figura 4. Solapamiento de nicho para muestras de polen .....	<b>59</b>
Figura 5. Solapamiento de nicho para muestras de miel.....	<b>60</b>
Figura 6. Análisis de agrupamiento de las muestras de miel y polen según índice de similitud de Jaccard.....	<b>63</b>

## Lista de tablas

	Pág.
<b>Capítulo 1</b>	
Tabla 1. Tipos polínicos con frecuencia de clases y porcentaje de ocurrencia en 31 muestras de polen de <i>Melipona eburnea</i> .....	19
Tabla 2. Origen y número de muestras de polen monoflorales .....	21
Tabla 3. Tipos polínicos con frecuencia de clases y porcentaje de ocurrencia en 37 muestras de miel de <i>Melipona eburnea</i> .....	25
Tabla 4. Origen y número de muestras de miel monoflorales.....	29
Tabla 5. Características de 92 plantas visitadas por <i>Melipona eburnea</i> .....	33
<b>Capítulo 2</b>	
Tabla 1. Número de tipos polínicos encontrados en muestras de miel y polen de <i>M. eburnea</i> y <i>T. angustula</i> .....	50
Tabla 2. Familias más representadas según número de tipos polínicos en muestras de miel y polen de <i>M. eburnea</i> y <i>T. angustula</i> .....	51
Tabla 3. Origen botánico de muestras de miel y polen de <i>M. eburnea</i> y <i>T. angustula</i> .....	53
Tabla 4. Tipos polínicos más importantes en las muestras con base en la frecuencia de ocurrencia y en las frecuencias de clases. D: Dominante (>45%), S: Secundario (16- <45%), %FO: Porcentaje de ocurrencia.....	54
Tabla 5. Número de especies visitadas, amplitud de nicho y uniformidad para muestras de polen de potes de <i>Melipona eburnea</i> y <i>Tetragonisca angustula</i> .....	56
Tabla 6. Número de especies visitadas, amplitud de nicho y uniformidad para muestras de miel de <i>Melipona eburnea</i> y <i>Tetragonisca angustula</i> .....	57
Tabla 7. Solapamiento de nicho para miel y polen en <i>M. eburnea</i> y <i>T. angustula</i> .....	59
Tabla 8. Familias más importantes encontradas en otros trabajos de análisis palinológico .....	64

## Introducción

La polinización es una función fundamental en los ecosistemas, permite la reproducción de las plantas y por ende el mantenimiento de la vida. Las abejas son los principales polinizadores tanto de las plantas silvestres como de plantas cultivadas. Conocer las plantas de las cuales dependen las abejas y a la vez conocer las plantas a las cuales están prestando el servicio de polinización, es fundamental para la conservación de esta interacción.

Las abejas sin aguijón son el grupo más diverso y abundante de polinizadores en la región tropical, visitando cientos de especies de plantas silvestres y cultivadas. Conocer las preferencias florales de estas especies permite tener herramientas para su conservación y valoración como polinizador nativo. Además es una forma de estimar los cultivos donde estas abejas pueden ser usadas.

*Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula* son dos especies que potencialmente pueden ser usadas como polinizadores de cultivos en el país, debido a que existen meliponicultores en capacidad de criarlas y presentan ventajas como su baja agresividad y su adaptación a condiciones de invernadero.

Este trabajo espera contribuir a estimar el potencial uso de estas dos especies de abejas como polinizadores respondiendo las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las plantas de las cuales dependen estas abejas?
2. ¿Cuáles son las preferencias florales de estas abejas?
3. ¿Estas preferencias son innatas o dependen de la oferta ambiental?

4. ¿Existen diferencias en las preferencias florales de estas dos especies? ¿Estas diferencias se pueden relacionar con sus estrategias de forrajeo?
5. Con base en las preferencias florales, ¿En qué cultivos podrían ser polinizadores potenciales?

Estas preguntas serán abordadas desde dos capítulos:

El primero se presenta en detalle las preferencias florales encontradas para *Melipona eburnea* en dos localidades y en el segundo se desarrolla un análisis del nicho trófico de las dos especies de abejas para conocer las preferencias de cada especie y como se reparten los recursos ofrecidos en un mismo ambiente.

En este trabajo se hace mayor énfasis sobre los resultados encontrados para *Melipona eburnea*, debido al mayor número de muestras y a su reconocimiento y posible uso local. Para *Tetragonisca angustula* se espera contar con próximos resultados palinológicos de diferentes regiones del país que consoliden la información.

# 1. Preferencias florales de *Melipona eburnea* Friese, 1900 (Apidae: Meliponinae) en una área de la región Andina Colombiana

*Melipona eburnea* es una abeja sin aguijón, presente en la región Amazónica de Venezuela, Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia y Brasil (Camargo & Pedro 2008). Conocida en Colombia con los nombres de “alá” “guanota” y “real” (Nates-Parra 1995), se distribuye en las regiones Amazónica, Andina y Orinoquía entre 800 y 2100m (Nates-Parra 2001).

Es una de las abejas más valoradas por su miel, no solo por comunidades campesinas sino también indígenas como el pueblo Nukak (Politis & Martinez 1997), (Cabrera & Nates Parra 1999). En Colombia es criada racionalmente por meliponicultores en los departamentos de Cundinamarca, Huila y Meta con fines educativos y productivos (Santamaría-Bueno 2009), pero también es explotada por “cazadores de miel”, que utilizando malas prácticas han diezmando sus poblaciones (Nates-Parra 2005). Situación que se agrava con las constantes y avanzadas perturbaciones del hábitat debidas principalmente a la deforestación, lo que ha disminuido sus sitios de nidificación y fuentes de alimento, razón por la cual esta especie se encuentra reportada como vulnerable en el libro rojo de invertebrados terrestres de Colombia (Nates-Parra 2007)

Las abejas sin aguijón son consideradas importantes polinizadores de las zonas tropicales y subtropicales del mundo, tanto de plantas silvestres como cultivadas (Heard 1999)(Roubik 1989), visitan un amplio rango de recursos, pero según la especie pueden presentar algunas preferencias por ciertos tipos de plantas, tal como se reporta en diversos trabajos la preferencia del género *Melipona* por las familias Myrtaceae, Melastomataceae y Solanaceae (Carvalho *et al.* 2001) (Antonini *et al.* 2006) (Rodríguez-C, *et al.* 2006).

La polinización es un servicio fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas y esencial para la producción de numerosos de cultivos (Mburu *et al.* 2006) y en esto las abejas nativas juegan un papel muy importante pero generalmente menospreciado (Park,

*et al.* 2010). Las abejas nativas proveen servicios de polinización gratis a los ecosistemas y agroecosistemas y frecuentemente polinizan flores muy especializadas con alto grado de dependencia (Mader *et al.* 2010). Actualmente se ha reconocido una crisis mundial de polinizadores y como parte de la iniciativa internacional para su conservación, se promueven estudios de la interacción planta – polinizador (Kearns *et al.* 1998) (Potts *et al.* 2003).

En Brasil, se reporta el género *Melipona* como polinizador de diferentes cultivos de importancia comercial como *Melipona subnitida* polinizando Ají (*Capsicum sp.*) (Cruz *et al.* 2005) y *Melipona quadrifasciata* en Tomate (*Lycopersicon esculentum*) (dos Santos *et al.* 2009), esto debido a la capacidad del género para realizar polinización por vibración en plantas con anteras poricidas como las presentes en Solanáceas (Buchmann 1983) y por su facilidad de cría al interior de los invernaderos. El género también se ha reportado como polinizador en cultivos de Coco (*Cocos nucifera*), Achiote (*Bixa orellana*), Café (*Coffea arabica*), Guayava (*Psidium guajava*) y Cítricos (*Citrus spp.*) (Heard 1999) (Slaa *et al.* 2006).

A pesar de la importancia del género *Melipona* como polinizador, existen pocos trabajos en Colombia que reporten los recursos florales de los cuales dependen estas abejas. Se cuenta con la información que se reporta para *Melipona eburnea* en Arbeláez, Cundinamarca (Moreno & Devia 1982), en Pitalito Huila (Rodríguez-C *et al.* 2006) y en el piedemonte llanero (Rodríguez-C & Nates-Parra, en prensa) sobre las plantas visitadas por esta especie. En el Caquetá se reporta la visita del género a *Eugenia estipitata* (Arazá) (Ariza 2000)

Este trabajo tiene como propósito conocer las especies vegetales de las cuales depende *Melipona eburnea* para la obtención de néctar y polen y con base en las características de estas plantas, obtener información sobre la preferencia floral de esta especie para su posterior uso en polinización de cultivos. Se espera además que estos resultados aporten en la conservación de la especie y su valoración como polinizador.

## 1.1 Materiales y métodos:

El sitio de estudio está localizado en la región andina, en dos veredas del municipio de Fusagasugá, Cundinamarca: Vda. Espinalito (4,534 Latitud N y – 74,671 Longitud O,

1395m) y Vda. Bosachoque (4,622 Latitud N y -74,651 Longitud O, 1413m). Fusagasugá se encuentra en una meseta irrigada por los ríos Cuja y Chocho, rodeada por los cerros Quininí y Fusacatán que conforman el valle de los Sutagaos, presenta una temperatura promedio de 20°C, 1391mm en promedio de precipitación anual y una humedad relativa promedio de 85% (IDEAM 2010). La capa vegetal predominante es el bosque húmedo tropical, con presencia de plantas de *Calliandra pittieri* (quebrajacho, carbonero), *Inga spp.* (Guamos), *Senna spectabilis* (Algarrobo), *Myrsine coriaceae* (Cucharo) entre otras (Alcaldía municipal Fusagasuga 2007). Se encuentra menos del 20% de la vegetación original (Etter 1998) y la zona se encuentra con alto grado de urbanización e introducción de plantas exóticas ornamentales.

Los muestreos fueron realizados en dos meliponarios, entre marzo de 2009 y marzo de 2010, tomando muestras mensuales de miel y polen de 4 nidos alojados en cajas racionales, las muestras provienen de potes nuevos cada mes. En total se procesaron 31 muestras de polen de potes y 37 muestras de miel, las cuales fueron acetolizadas con base en el método de Erdtman (Louveaux *et al.* 1970) y montadas en una lámina con dos campos. Para calcular la frecuencia de los tipos polínicos en el polen se contaron 500 granos por muestra y para la miel entre 250 y 400 granos por muestra debido al menor contenido polínico y el escaso volumen de muestra (15ml). La identificación se llevó a cabo comparando con las palinotecas de referencia del Laboratorio de Investigaciones en Abejas LABUN, y del laboratorio de palinología y Paleoecología del Instituto de Ciencias Naturales, con polen de 150 plantas recolectadas en la zona y con atlas palinológicos (Roubik & Moreno 1991), (Bush & Weng 2007), (Colinvaux *et al.* 2001) (Moreno & Devia 1982). Se estimó las clases de frecuencia (Louveaux *et al.* 1970) y la frecuencia de ocurrencia de los tipos polínicos (Caccavari & Fagúndez 2010). El polen de plantas no productoras de néctar fue excluido de los conteos de las muestras de miel. Las muestras fueron clasificadas según la abundancia relativa de sus tipos polínicos (Fonnegra 1989) y la similaridad según análisis de agrupamiento con distancias euclidianas usando el paquete estadístico *PAST* (Hammer *et al.* 2001).

Para los tipos polínicos encontrados se registró el origen de la planta, el hábito, el color, forma y sexualidad de la flor, recompensa ofrecida y síndrome de polinización, esto con base en observaciones directas en el campo, con referencias del Herbario Nacional Colombiano y reportes de literatura.

## 1.2 Resultados:

Se encontró que *Melipona eburnea* utiliza como recursos florales al menos 90 especies de plantas: 38 de ellas fueron encontradas en muestras de miel, constituyéndose en probables fuentes de néctar, 16 fueron encontradas en muestras de polen y 38 en muestras tanto de miel como de polen. Se encontraron además 8 tipos polínicos en muestras de miel, correspondientes a plantas no productoras de néctar. En el anexo A, se observan los tipos polínicos más importantes.

### 1.2.1 Análisis palinológico de muestras de polen de potes:

Se registraron 53 tipos polínicos pertenecientes a 28 familias botánicas, de los cuales fueron identificados 35 a especie, 11 a género, 5 a familia y 2 indeterminados, en la tabla 1 se muestra el listado en orden alfabético. Las familias más representadas son Myrtaceae (8), Euphorbiaceae (5) y Fabaceae: Mimosoideae (4). Se encontraron en promedio 10 tipos polínicos por muestra, con mayor diversidad en los meses de Diciembre y Enero. El 52% de los tipos polínicos presentó abundancias relativas menores al 3%. En las frecuencias de ocurrencia en las muestras el 52,8% fue raro (<10%), el 16,9% menos frecuente (10-20%), el 20,75% frecuente (20-50%) y el 9,43% apareció muy frecuente (>50%).

En la figura 1 se presentan los tipos polínicos con mayor porcentaje de frecuencia de ocurrencia en las muestras y las frecuencias de clases de abundancia relativa en las muestras, entre los que se destacan Tipo *Myrcia* (100%), *Eucalyptus globulus* (96,88%), *Fraxinus chinensis* (96,88%), *Psidium guajava* (81,25%) y *Tibouchina longifolia* (50%).

En la tabla 2 se presentan 6 tipos polínicos que fueron dominantes en las muestras (>45%) y se constituyen como monoflorales: *Eucalyptus globulus*, *Tibouchina longifolia*, *Psidium guajava*, Tipo *Myrcia*, Tipo *Miconia* y *Miconia aeruginosa*. En la figura 2 se muestra el origen botánico de las muestras, donde el 38% fueron de origen multifloral y el 62% monofloral.

Tabla 1. Tipos polínicos con frecuencia de clases y porcentaje de ocurrencia en 31 muestras de polen de *Melipona eburnea*

Familia	Tipo polínico	D <sup>1</sup>	S	M	m	% FO <sup>2</sup>
Actinidaceae	<i>Saurauia scabra</i>	0	0	12,5	12,5	25
Arecaceae	<i>Astrocaryum</i> Tipo	0	0	3,1	75	78,13
Arecaceae	Arecaceae Tipo	0	0	0	25	25
Arecaceae	<i>Dyctiocarium</i> Tipo	0	0	3,1	0	3,13
Asteraceae	<i>Vernonanthura brasiliiana</i>	0	0	0	9,4	9,38
Asteraceae	<i>Baccharis</i> Tipo ( <i>B. trinervis</i> )	0	0	0	6,3	6,25
Asteraceae	<i>Steiractinia aspera</i>	0	0	0	3,1	3,13
Clusiaceae	<i>Clusia</i> Tipo	0	3,1	0	3,1	6,25
Euphorbiaceae	<i>Adelia triloba</i>	0	0	0	15,6	15,63
Euphorbiaceae	<i>Croton leptostachyus</i>	0	0	0	6,3	6,25
Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	0	0	0	6,3	6,25
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i>	0	0	0	3,1	3,13
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	0	0	0	3,1	3,13
Fabaceae (M)	<i>Mimosa somnians</i>	0	0	0	3,1	3,13
Fabaceae (M)	<i>Inga</i> Tipo	0	0	0	3,1	3,13
Fabaceae (C)	<i>Cassia grandis</i>	0	0	9,4	28,1	37,5
Fabaceae (C)	<i>Senna spectabilis</i>	0	0	0	6,3	6,25
Fabaceae (M)	<i>Mimosa púdica</i>	0	3,1	0	25	28,13
Fabaceae (M)	<i>Mimosa pigra</i>	0	0	3,1	18,8	21,88
Fabaceae (P)	<i>Trifolium repens</i>	0	0	6,3	15,6	21,88
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	0	0	3,1	12,5	15,63
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	0	0	0	6,3	6,25
Loranthaceae	<i>Struthanthus subtilis</i>	0	0	0	15,6	15,63
Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i>	0	0	0	9,4	9,38
Melastomataceae	<i>Tibouchina longifolia</i>	6,3	6,3	15,6	21,9	50
Melastomataceae	<i>Miconia</i> Tipo	3,1	9,4	15,6	18,8	46,88
Melastomataceae	<i>Miconia aeruginosa</i>	3,1	3,1	0	9,4	15,63
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	0	0	21,9	15,6	37,5
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> Tipo ( <i>M. popayanensis</i> , <i>M. acuminata</i> )	31,3	28,1	25	15,6	100
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	15,6	40,6	31,3	9,4	96,88
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	3,1	3,1	40,6	34,4	81,25
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	0	0	6,3	9,4	15,63
Myrtaceae	Myrtaceae Tipo	0	3,1	3,1	6,3	12,5
Myrtaceae	<i>Eucalyptus aff. ficifolia</i>	0	0	3,1	3,1	6,25
Myrtaceae	<i>Callistemon</i> Tipo	0	0	3,1	0	3,13
Myrtaceae	<i>Callistemon viminalis</i>	0	0	0	3,1	3,13
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	0	15,6	43,8	37,5	96,88

Poaceae	Poaceae Tipo	0	0	0	3,1	3,13
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	0	0	0	15,6	15,63
Rubiaceae	Rubiaceae Tipo	0	0	0	9,4	9,38
Rutaceae	<u>Citrus Group (C. aurantium, C. limetta, C. limon)</u>	0	0	0	9,4	9,38
Sapindaceae	<i>Cupania</i> Tipo (C. americana, C. cinerea)	0	0	0	6,3	6,25
Solanaceae	<i>Solanum aturense</i>	0	0	3,1	21,9	25
Solanaceae	<i>Capsicum annum var. aviculare</i>	0	0	0	9,4	9,38
Tiliaceae <sup>3</sup>	<i>Heliocarpus americanus</i>	0	0	0	3,1	3,13
Urticaceae	<i>Cecropia</i> Tipo (C. mutisiana, C. peltata)	0	0	0	3,1	3,13
Indeterminado	Indeterminado Tipo	0	0	0	12,5	12,5
Indeterminado	Indeterminado Tipo	0	0	3,1	3,1	6,25
Verbenaceae	<i>Citharexylum karstenii</i>	0	0	0	21,9	21,88
Verbenaceae	<i>Lantana fucata</i>	0	0	0	3,1	3,13
Verbenaceae	Verbenaceae Tipo	0	0	0	3,1	3,13
Viscaceae	<i>Phoradendron quadrangulare</i>	0	0	3,1	3,1	6,25
Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	0	0	6,3	9,4	15,63

En el análisis de agrupamientos se encontraron 7 clases de muestras que presentan la siguiente composición: CLASE I. *Miconia aeruginosa* 90,14%, CLASE II. *Eucalyptus globulus* 46,81%. CLASE III. *Tibouchina longifolia* 37,88%, *Fraxinus chinensis* 13,44%. CLASE IV. Tipo *Myrcia* 43,51%, *Eucalyptus globulus* 24,17%, Tipo *Miconia* 12,64%. CLASE V. Tipo *Myrcia* 75,74%. CLASE VI. Tipo *Miconia* 84,07%. CLASE VII. *Psidium guajava* 92,02%, ver figura 3.

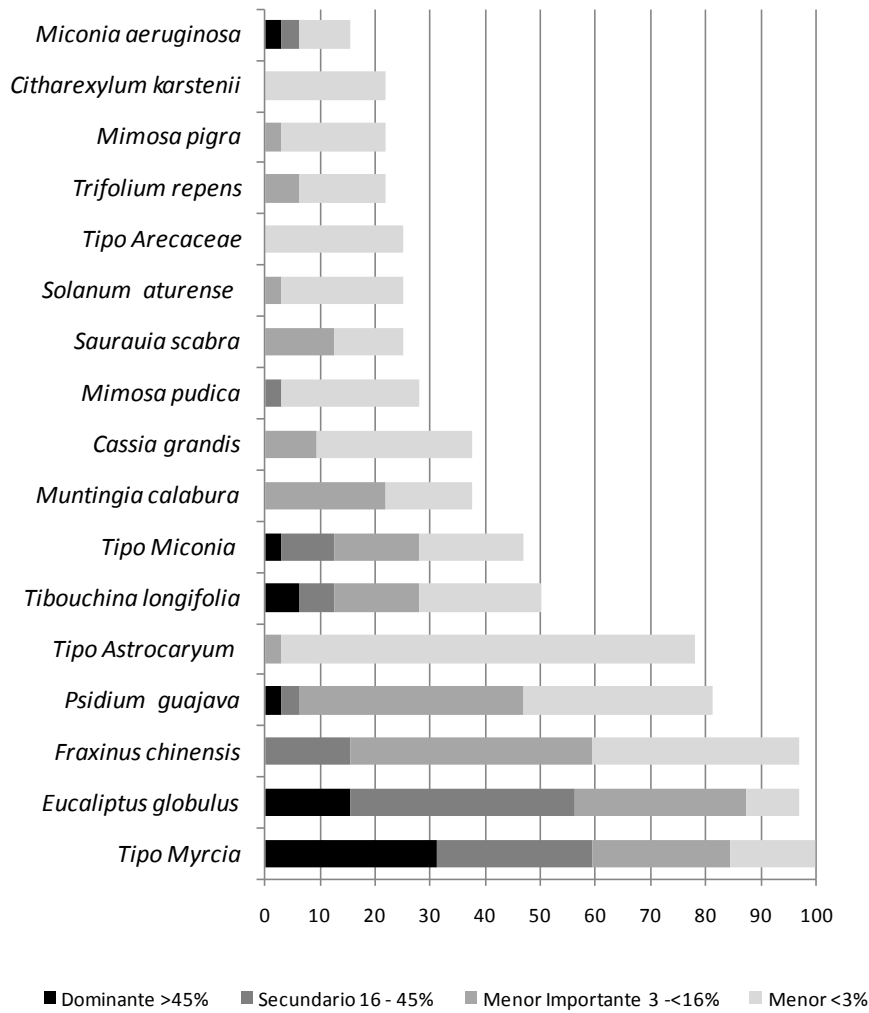


Figura 1. Tipos polínicos con mayores valores de porcentaje de ocurrencia y su respectiva frecuencia de clases en muestras de polen de *Melipona eburnea*

Tabla 2. Origen y número de muestras de polen monoflorales

Polen de potes monofloral	
Tipo polínico	No. de muestras
<i>Eucalyptus globulus</i>	5
<i>Tibouchina longifolia</i>	2
<i>Psidium guajava</i>	1
Tipo <i>Myrcia</i>	10
Tipo <i>Miconia</i>	1
<i>Miconia aeruginosa</i>	1
<b>Total</b>	<b>20</b>

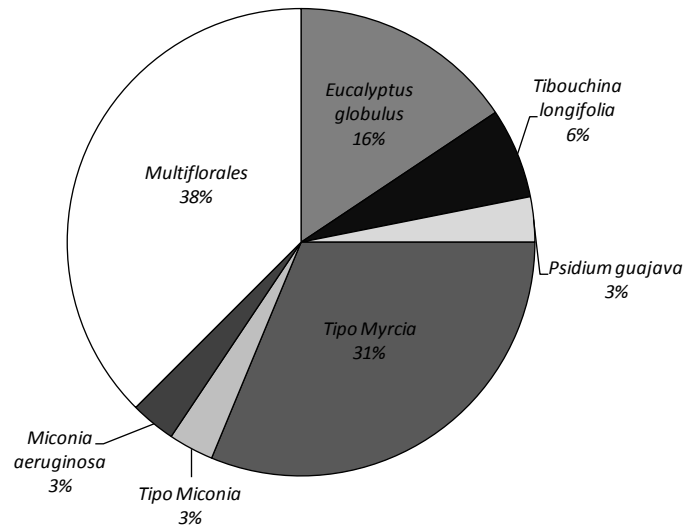


Figura 2. Origen botánico de las muestras de polen de *Melipona eburnea*

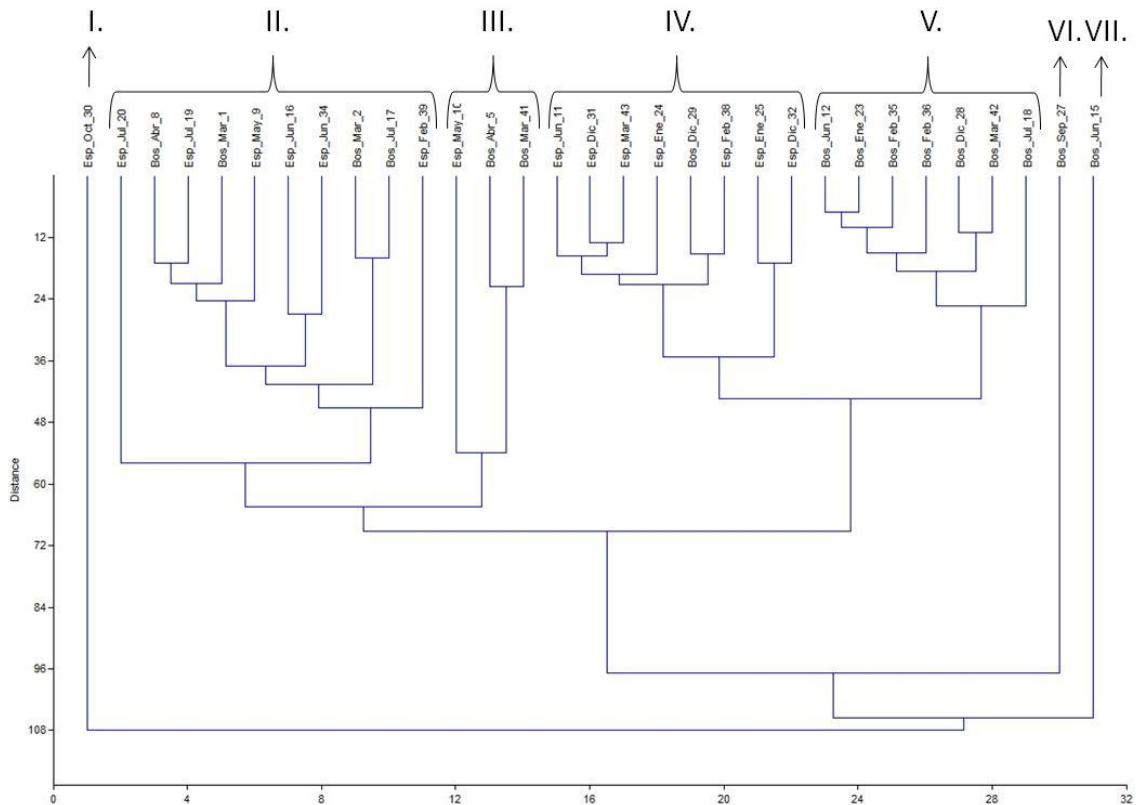


Figura 3. Análisis de similaridad usando distancias euclidianas para muestras de polen de *Melipona eburnea*, a continuación se describen las clases:

- I. *Miconia aeruginosa* 90, 14%
- II. *Eucalyptus globulus* 46, 81% Porcentaje promedio
- III. *Tibouchina longifolia* 37,88% Porcentaje promedio, *Fraxinus chinensis* 13,44%
- IV. Tipo *Myrcia* 43,51%, *Eucalyptus globulus* 24, 17%, Tipo *Miconia* 12,64%
- V. Tipo *Myrcia* 75,74%
- VI. Tipo *Miconia* 84,07%
- VII. *Psidium guajava* 92,02%

En la figura 4 se presentan las abundancias de los tipos polínicos dominantes a lo largo del año. Tipo *Myrcia*, el tipo polínico más frecuente y dominante, presenta sus mayores picos de aparición en Diciembre – Enero y posteriormente un pico menor en Junio complementado por la aparición de *Psidium guajava*. *Eucalyptus globulus* tiene su pico de aparición en Marzo – Abril junto con *Fraxinus chinensis* y un pico menor en Julio complementado por *Tibouchina longifolia* y *Fraxinus chinensis*. Todos los meses, a están dominados por tipos de la familia Myrtaceae, con otro tipo secundario.

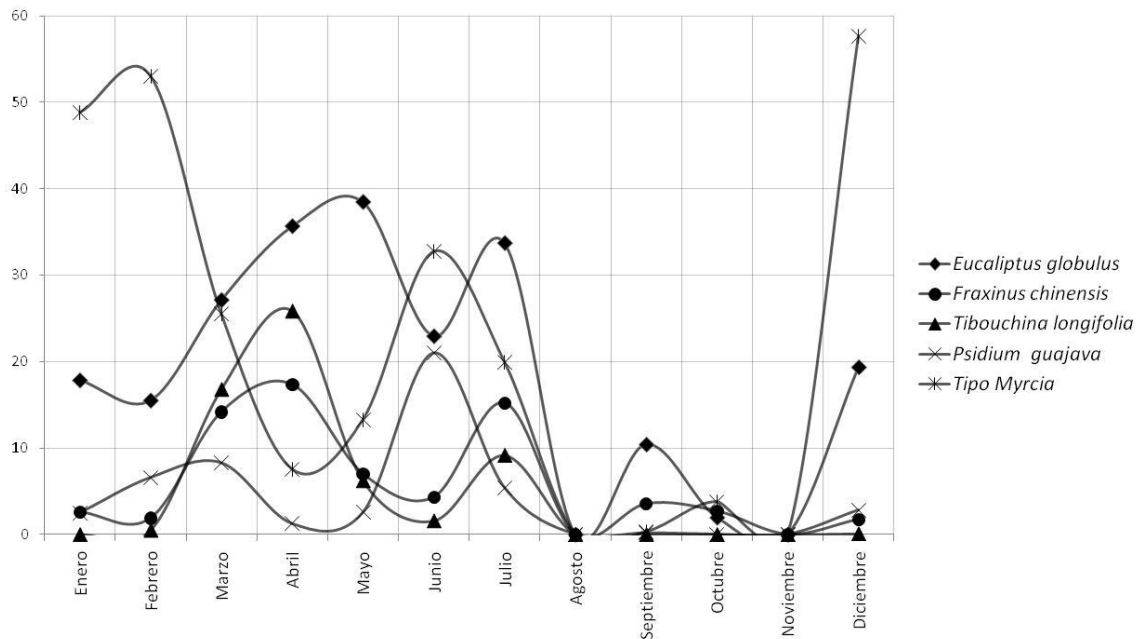


Figura 4. Abundancias relativas promedio de los tipos polínicos dominantes mes a mes para muestras de polen

### 1.2.2 Análisis palinológico de muestras de miel:

Se registraron 83 tipos polínicos pertenecientes a 38 familias botánicas, de los cuales fueron identificados 51 a especie, 17 a género, 10 a familia y 5 indeterminados. En la tabla 3 se muestra el listado en orden alfabético y se señala 35 tipos polínicos que también fueron encontrados en las muestras de polen. Las familias más representadas son Asteraceae (7) Myrtaceae (6), Euphorbiaceae (5) y Solanaceae (4). En las muestras se encontraron 8 tipos polínicos provenientes de plantas que no producen néctar, los cuales fueron excluidos de los conteos, pero su presencia es reportada. Todos excepto *Iresine diffusa*, fueron encontrados en las muestras de polen desde donde pudieron caer a los potes de miel. Se encontraron en promedio 12 tipos polínicos por muestra, se encontraron hasta 22 tipos polínicos en muestras de Diciembre - Enero.

El 42% de los tipos polínicos presentó abundancias relativas menores al 3%. En las frecuencias de ocurrencia en las muestras el 45,3% fue raro (<10%), el 33,3% menos frecuente (10-20%), el 16% frecuente (20-50%) y el 5,3% apareció muy frecuente (>50%).

En la figura 5 se presentan los tipos polínicos con mayor porcentaje de frecuencia de ocurrencia en las muestras de miel, entre los que se destacan *Eucalyptus globulus* (97,4%), Tipo *Myrcia* (94,9%), *Muntingia calabura* (53,8%), *Adenaria floribunda* (51,3%) y *Tibouchina longifolia* (48,7%). Los tres primeros no solo son altamente frecuentes sino que se encontraron dominantes y secundarios en las muestras, lo que destaca su importancia como recurso. En la figura también se observa a Tipo *Antigonon leptopus* y *Clidemia hirta*, que a pesar de no ser tan frecuentes en las muestras si se presentan como dominantes en algunas de ellas.

Tabla 3. Tipos polínicos con frecuencia de clases y porcentaje de ocurrencia en 37 muestras de miel de *Melipona eburnea*

Familia	Tipo Polínico	D <sup>1</sup>	S	M	m	%FO <sup>2</sup>
Actinidaceae	<i>Saurauia scabra</i> *	0	2,6	2,6	10,3	15,4
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	0	0	0	2,6	2,6
Araliaceae	<i>Dendropanax</i> Tipo	0	0	2,6	10,3	12,8
Araliaceae	<i>Schefflera</i> Tipo	0	0	0	12,8	12,8
Arecaceae	<i>Astrocaryum</i> Tipo*	0	0	2,6	33,3	35,9
Arecaceae	Arecaceae Tipo 2	0	0	0	20,5	20,5
Arecaceae	<i>Dyctiocarium</i> Tipo*	0	0	0	7,7	7,7
Arecaceae	Arecaceae Tipo 1	0	0	0	2,6	2,6
Asteraceae	<i>Hipochaeris radicata</i>	0	0	2,6	12,8	15,4
Asteraceae	<i>Steiractinia aspera</i> *	5,1	0	2,6	2,6	10,3
Asteraceae	<i>Vernonanthura brasiliana</i> *	0	0	0	10,3	10,3
Asteraceae	<i>Baccharis</i> Tipo ( <i>B. trinervis</i> )*	5,1	0	0	0	5,1
Asteraceae	<i>Condylidium iresinoides</i>	0	2,6	0	2,6	5,1
Asteraceae	Asteraceae Tipo	0	2,6	0	0	2,6
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	2,6	2,6
Malvaceae (B)	<i>Pseudobombax septenatum</i>	2,6	0	0	2,6	5,1
Boraginaceae	<i>Cordia spinescens</i>	0	0	2,6	5,1	7,7
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>	0	0	2,6	5,1	7,7
Celastraceae	Celastraceae Tipo	0	0	2,6	0	2,6
Clusiaceae	<i>Vismia baccifera</i> *	0	0	0	20,5	20,5
Clusiaceae	<i>Marila laxiflora</i>	0	0	0	7,7	7,7
Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i> *	0	0	2,6	10,3	12,8
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> Tipo	0	0	0	7,7	7,7
Euphorbiaceae	<i>Adelia triloba</i> *	0	0	2,6	2,6	5,1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i> *	0	0	0	5,1	5,1
Euphorbiaceae	<i>Croton leptostachyus</i> *	0	0	0	2,6	2,6
Fabaceae (C)	<i>Cassia grandis</i> *	0	0	2,6	12,8	15,4
Fabaceae (C)	<i>Senna spectabilis</i>	0	0	0	7,7	7,7
Fabaceae (M)	<i>Pitecellobium dulce</i>	0	0	0	2,6	2,6
Fabaceae (M)	<i>Acaciella angustissima</i>	0	0	0	2,6	2,6
Fabaceae (P)	<i>Trifolium repens</i> *	0	0	0	12,8	12,8
Fabaceae (P)	<i>Trifolium pratense</i>	0	0	0	5,1	5,1
Fabaceae (P)	<i>Erythrina</i> Tipo	0	0	0	2,6	2,6
Loranthaceae	<i>Struthanthus subtilis</i> *	0	0	0	15,4	15,4
Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i> *	0	0	7,7	43,6	51,3
Malvaceae (S)	<i>Melochia parvifolia</i>	0	0	0	7,7	7,7
Malvaceae (T)	<i>Heliocarpus americanus</i> *	0	0	5,1	20,5	25,6

Malvaceae (T)	<i>Triumfetta acuminata</i>	0	0	2,6	0	2,6
Malvaceae (T)	<i>Heliotropium indicum</i>	0	0	0	2,6	2,6
Melastomataceae	<i>Tibouchina longifolia</i> *	0	7,7	15,4	25,6	48,7
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	2,6	0	17,9	5,1	25,6
Melastomataceae	<i>Miconia aeruginosa</i> *	0	0	5,1	10,3	15,4
Moraceae	Moraceae Tipo	0	0	2,6	2,6	5,1
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> *	5,1	0	20,5	28,2	53,8
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i> *	12,8	25,6	43,6	15,4	97,4
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> Tipo ( <i>M. popayanensis</i> , <i>M. acuminata</i> )*	30,8	33,3	20,5	10,3	94,9
Myrtaceae						
	<i>Psidium guajava</i> *	0	0	5,1	20,5	25,6
Myrtaceae	<i>Callistemon</i> Tipo*	2,6	7,7	5,1	0	15,4
Myrtaceae	Myrtaceae Tipo*	0	0	5,1	7,7	12,8
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> *	0	0	0	7,7	7,7
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> Tipo	0	0	5,1	7,7	12,8
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i>	0	2,6	0	10,3	12,8
Poligonaceae	<i>Antigonon leptopus</i> Tipo	2,6	5,1	12,8	15,4	35,9
Rubiaceae	<i>Spermocoe remota</i>	0	2,6	0	2,6	5,1
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	0	0	2,6	2,6	5,1
Rubiaceae	Rubiaceae Tipo*	0	0	0	5,1	5,1
Rutaceae	<i>Citrus group</i> ( <i>C. aurantium</i> , <i>C. limetta</i> , <i>C. limon</i> )*	0	0	2,6	23,1	25,6
Salicaceae						
	<i>Casearia</i> Tipo	0	0	0	5,1	5,1
Sapindaceae	<i>Cupania</i> Tipo ( <i>C. americana</i> , <i>C. cinerea</i> )*	0	0	2,6	25,6	28,2
Sapindaceae						
	<i>Serjania</i> Tipo	0	0	2,6	23,1	25,6
Solanaceae	<i>Solanum aturense</i> *	0	2,6	2,6	20,5	25,6
Solanaceae	Solanaceae Tipo 2	0	0	0	15,4	15,4
Solanaceae	<i>Capsicum annum</i> var. <i>Aviculare</i> *	0	0	2,6	7,7	10,3
Solanaceae	Solanaceae Tipo 1	0	0	0	10,3	10,3
Theaceae	<i>Ternstroemia meridionalis</i>	0	0	5,1	5,1	10,3
Indetermined	Indetermined Tipo 6	0	2,6	7,7	5,1	15,4
Indetermined	Indetermined Tipo 5	0	0	0	10,3	10,3
Indetermined	Indetermined Tipo 2*	0	0	2,6	5,1	7,7
Indetermined	Indetermined Tipo 1*	0	0	0	7,7	7,7
Indetermined	Indetermined Tipo 3	0	0	0	2,6	2,6
Verbenaceae	<i>Citharexylum karstenii</i> *	0	0	0	15,4	15,4
Verbenaceae	<i>Lantana fucata</i> *	0	0	0	10,3	10,3
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i>	0	0	0	5,1	5,1
Viscaceae	<i>Phoradendron quadrangulare</i> *	0	0	2,6	12,8	15,4

Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i> *	0	0	2,6	15,4	17,9
Tipo polínicos de plantas no productoras de néctar						
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>					
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>					
Urticaceae	<i>Cecropia Tipo (C. mutisiana, C. peltata)</i>					
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i>					
Fabaceae (M)	<i>Mimosa pudica</i>					
Melastomataceae	<i>Miconia Tipo</i>					
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>					
Poaceae	<i>Poaceae Tipo</i>					

<sup>1</sup> Frecuencia de clases: Valor que indica el número de muestras en las cuales los diferentes tipos polínicos aparecen en los siguientes porcentajes: D, Polen Dominante (> 45%); S, Polen secundario (16-45%); M, Polen importante menor (3-15%); m, Polen menor (< 3%). <sup>2</sup> FO: Porcentaje de frecuencia de ocurrencia. La línea baja resalta las plantas foráneas.\* Indica los tipos polínicos que también fueron encontrados en muestras de polen. Las especies señaladas entre paréntesis son las posibles especies atribuidas al tipo polínico encontrado, por su morfología polínica y por la presencia de la planta en la zona de estudio.

En la tabla 4 se presentan 9 tipos polínicos que fueron dominantes en las muestras (>45%) y se constituyen como monoflorales: Tipo *Myrcia*, *Eucalyptus globulus*, Tipo *Baccharis*, *Muntingia calabura*, *Steiractinia*, Tipo *Callistemon*, *Clidemia hirta*, Tipo *Antigonon leptopus* y *Pseudobombax septenatum*, para un total de 25 muestras de miel monoflorales. En la figura 6 se muestra que el 35,9% de las muestras fueron multiflorales y el 64,1% monoflorales.

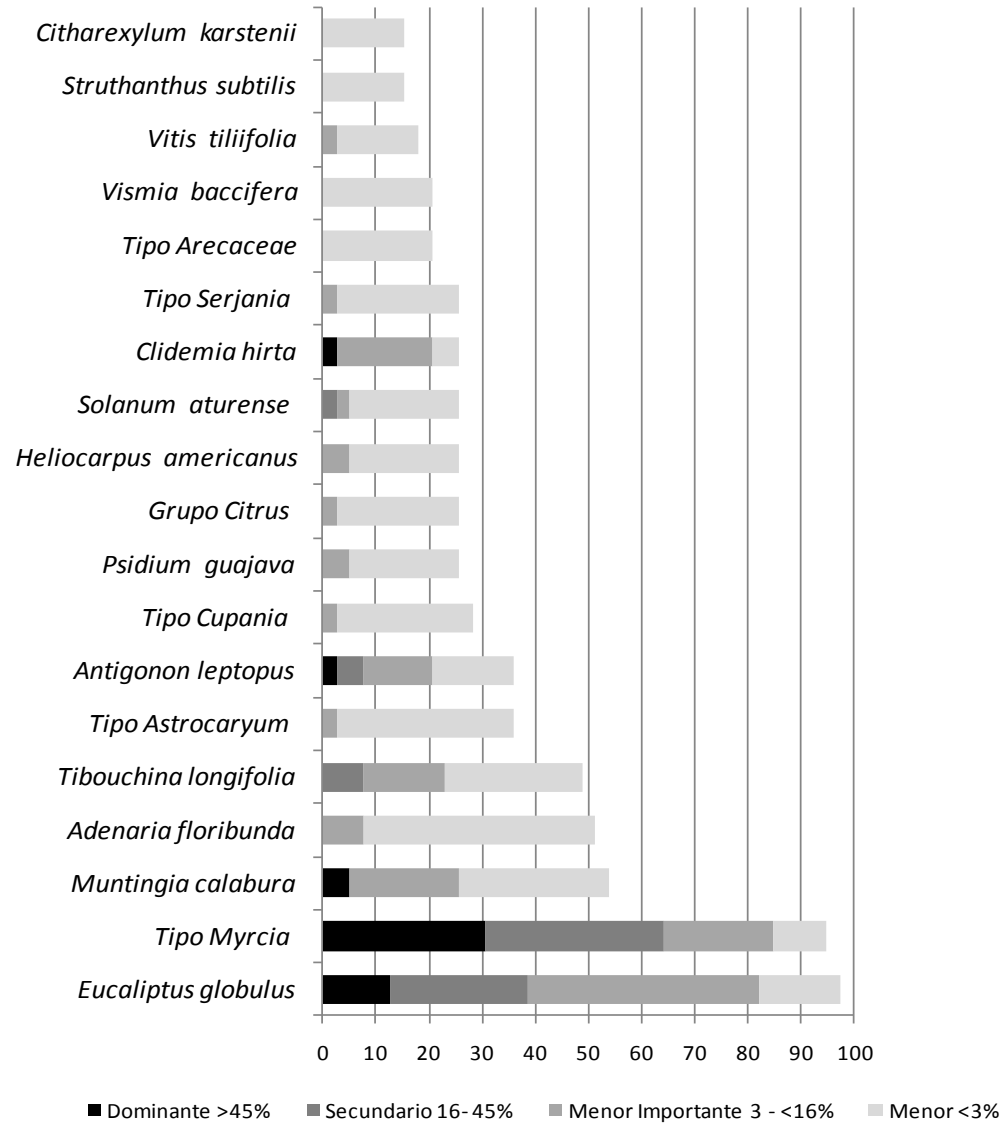


Figura 5. Tipos polínicos con mayores valores de frecuencia de ocurrencia y frecuencia de clases en muestras de miel de *Melipona eburnea*

Tabla 4. Origen y número de muestras de miel monoflorales

<b>Mieles monoflorales</b>	
<b>Tipo polínico</b>	<b>No. de muestras</b>
<i>Eucalyptus globulus</i>	5
Tipo <i>Myrcia</i>	10
Tipo <i>Baccharis</i>	2
<i>Muntingia calabura</i>	2
<i>Steiractinia aspera</i>	2
Tipo <i>Callistemon</i>	1
<i>Clidemia hirta</i>	1
Tipo <i>Antigonon leptopus</i>	1
<i>Pseudobombax septenatum</i>	1
<b>Total</b>	<b>25</b>

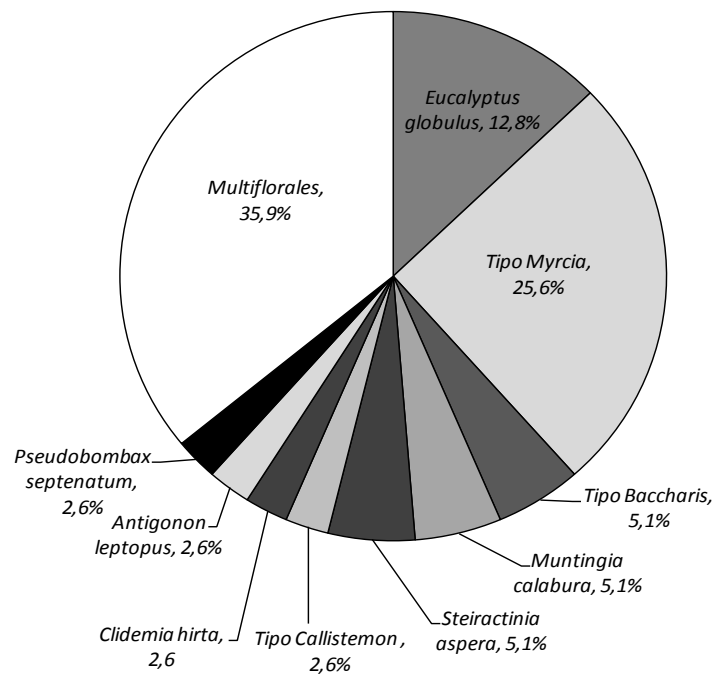


Figura 6. Origen botánico de las muestras de miel de *Melipona eburnea*

En el análisis de agrupamientos se encontraron 9 clases con la siguiente composición: CLASE I. Tipo *Callistemon* 87,79% CLASE II. Tipo *Antigonon leptopus* 52,93% CLASE III. *Borreria remota* 42,94%, *Condylidium iresinoides* 20,24% CLASE IV. Tipo *Callistemon* 29,27%, *Eucalyptus globulus* 22,07%, Tipo *Myrcia* 9,38%. CLASE V. *Eucalyptus globulus* 41,15%, Tipo *Myrcia* 35,15% CLASE VI. Tipo *Myrcia* 65,23% CLASE VII. *Pseudobombax septenatum* 68,29%, VIII. *Steiractinia aspera* 86,29%, IX. Tipo *Baccharis* 89,86%, ver figura 7.

En la figura 8 se presentan las abundancias de los tipos polínicos dominantes a lo largo del año para miel, se observa que tanto Tipo *Myrcia* como *Eucalyptus globulus* son tipos polínicos importantes a lo largo de todo el año y en los meses donde su abundancia relativa es más alta, estos dos tipos se complementan. Por ejemplo en Enero, Febrero y Marzo Tipo *Myrcia* es el más importante seguido por *E. globulus*, mientras que en Septiembre *E. globulus* es mayor seguido por Tipo *Myrcia*. Situación similar se presenta con Tipo *Baccharis* y *Steiractinia aspera*, en mayo, junio y julio, y para Tipo *Antigonon leptopus* y Tipo *Myrcia* en Octubre, donde ambos tipos polínicos son frecuentes y se complementan como fuentes de recursos de néctar para las abejas.

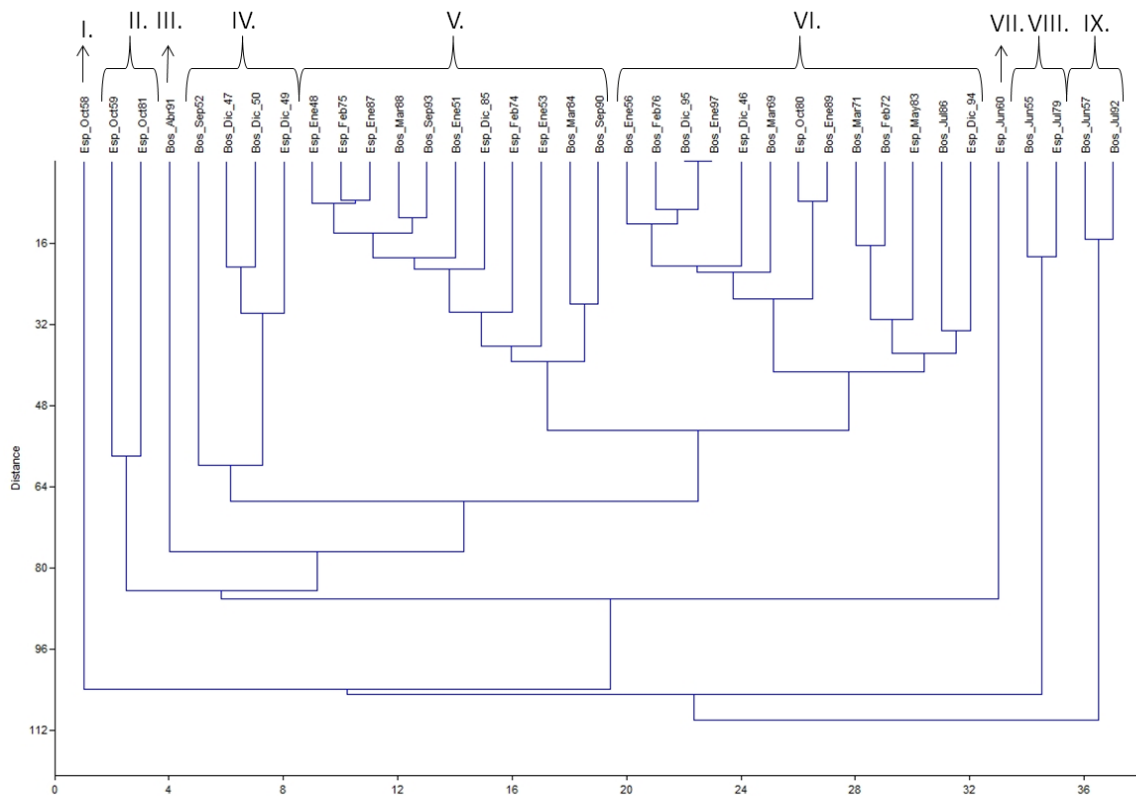


Figura 7. Análisis de similitud usando distancias euclidianas para muestras de miel de *Melipona eburnea*, a continuación se describen las clases:

- I. Tipo *Callistemon* 87,79%
- II. Tipo *Antigonon leptopus* 52,93%
- III. *Borreria remota* 42,94%, *Condylidium iresinoides* 20,24%
- IV. Tipo *Callistemon* 29,27%, *Eucalyptus globulus* 22,07%, Tipo *Myrcia* 9,38%
- V. *Eucalyptus globulus* 41,15%, Tipo *Myrcia* 35,15%
- VI. Tipo *Myrcia* 65,23%
- VII. *Pseudobombax septenatum* 68,29%
- VIII. *Steiractinia aspera* 86,29%
- IX. Tipo *Baccharis* 89,86%

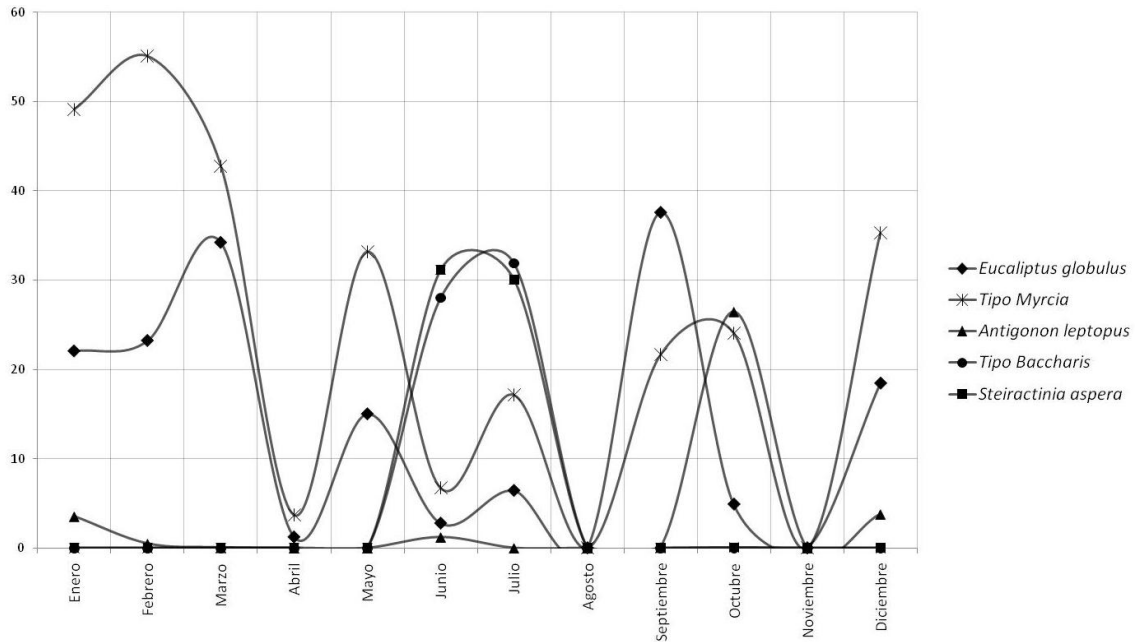


Figura 8. Abundancias relativas promedio de los tipos polínicos dominantes mes a mes para muestras de miel

En cuanto a la distribución de los recursos a lo largo del año, se encontró mayor diversidad en los meses de Diciembre, Enero y Febrero. Mientras que en meses como abril y agosto, no se encontraron muestras.

### 1.2.3 Características de las plantas visitadas por *Melipona eburnea*:

En la tabla 5 se muestran características de 92 plantas correspondientes a tipos polínicos identificados en las muestras de miel y polen. *M. eburnea* en su mayoría visitó plantas nativas (68%), árboles (44,5%) cuyo sistema sexual es hermafrodita (56,5%), aunque también visitó plantas dioicas y monoicas, la mayoría de las plantas presentan inflorescencias (76,2%) más que flores solitarias (5,4%), las formas de las flores más visitadas son cepillo (Tipo Myrtaceae) y Disco (Tipo Asteraceae), el color preferido es blanco o crema (52,17%) y se reporta para la mayoría de estas plantas síndrome de polinización zoófila con visitas especialmente de abejas. En la figura 9 se observa una planta con las características ideales para ser visitada por *Melipona eburnea*.

**Tabla 5. Características de 92 plantas visitadas por *Melipona eburnea***

<b>Origen</b>				
Nativas	Foráneas	Indeterminado		
63 (68%)	15 (16,3%)	14 (16%)		
<b>Hábito</b>				
Árbol	Arbusto	Hierba	Bejuco o Liana	Indeterminado
41 (44,5%)	21 (22,8%)	12 (13%)	3 (0,3%)	15 (16,3%)
<b>Sistema sexual</b>				
Hermafrodita	Monoica	Dioica	Indeterminado	
52 (56,5%)	15 (16,3%)	9 (9,7%)	16 (17,4%)	
<b>Tipo de inflorescencia</b>				
Racimos simples	Espiga	Panícula	Capítulo	
22 (23,9%)	12 (13%)	12 (13%)	10 (10,8%)	
Cima	Solitarias	Amento	Corimbo	
7 (7,6%)	5 (5,4%)	2 (2,2%)	2 (2,2%)	
Ciata	Glomérulo	Umbela	Indeterminado	
1 (1,1%)	1(1,1%)	1(1,1%)	17 (18,4%)	
<b>Forma de la flor*</b>				
Cepillo	Disco	Campanulada	Bandera	
26 (28,2%)	19 (20,6%)	14 (15,21%)	5 (5,4%)	
Reducida	Tubular	Garganta	Indeterminada	
5 (5,4%)	3 (3,2%)	1 (1,1%)	19 (20,6%)	
<b>Color de las flores</b>				
Blancas - Crema	Amarillas	Violeta	Rosadas	
45 (52,17%)	13 (14,13%)	7 (7,6%)	4 (4,4%)	
Verde claro	Rojo	Indeterminado		
4 (4,4%)	3 (3,2%)	16 (17,4%)		
<b>Síndrome reportado</b>				
Zoofilia	Anemofilia	Ambofilia	Autopolinización	Indeterminado
64 (69,5%)	7 (7,6%)	3 (3,2%)	2 (2,2%)	16 (17,4%)
<b>Animales reportados como visitantes</b>				
Abejas	Cucarrones	Insectos en general	Aves	
51 (55,4%)	5 (5,4%)	5 (5,4%)	4 (4,4%)	
Mariposas	Murciélagos	Moscas	Polillas	
2 (2,2%)	2 (2,2%)	1(1,1%)	1 (1,1%)	
Primates	Indeterminado			
1 (1,1%)	2 (2,2%)			

\* Con base en (Dafni *et al.* 2005): Cepillo: Cáliz y corola reducidos, abundantes estambres que sobresalen (Ej: *Croton*, *Mimosa*). Disco: Flores planas de fácil acceso con los órganos sexuales difusos o céntricos (Ej: *Taraxacum*). Campanulada: Órganos sexuales céntricos con corola y cáliz en ángulo (Ej: *Citrus*, *Muntingia*). Bandera: Órganos sexuales excéntricos de difícil acceso, simetría zigomorfa (Ej: *Aeschynomene*). Reducida: Todos los órganos florales reducidos, típico de flores anemófilas (Ej: *Piper*). Tubular: Cáliz o corola formando un tubo, órganos sexuales céntricos o excéntricos (Ej: *Lantana*). Garganta: Órganos sexuales excéntricos, en la parte superior de la flor, simetría zigomorfa (Ej: *Hyptis*)

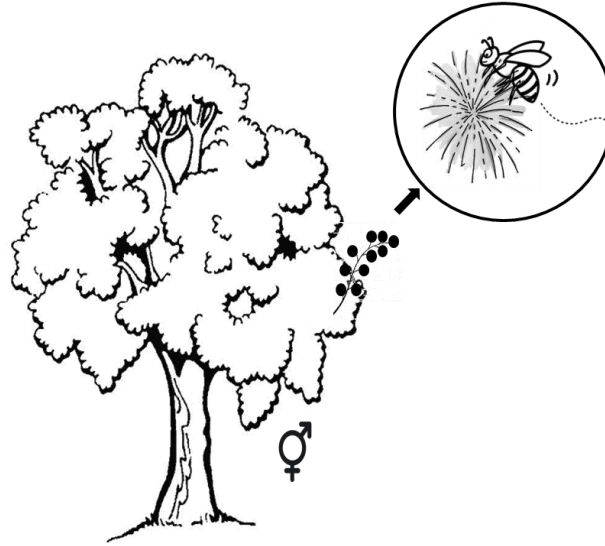


Figura 9. Modelo de planta con características ideales para ser visitada por *Melipona eburnea*: Árbol hermafrodita de inflorescencias racemosas con flores blancas en forma de cepillo

### 1.3 Discusión

*Melipona eburnea* obtuvo recursos florales de numerosas especies de plantas (90) pertenecientes a una amplia variedad de familias (38), lo cual la presenta como una abeja generalista. Esto es justificado en la literatura por su condición de abeja eusocial, que con grandes colonias perennes y alta producción de cría, requieren de grandes cantidades de alimento a lo largo de todo el año (Ramalho *et al.* 2007). Sin embargo en este y otros estudios se reporta que aunque *Melipona* visita un gran número de plantas, su actividad de forrajeo se centra en unas cuantas especies, encontrándose que únicamente entre el 3 y 10% de los tipos polínicos son dominantes o muy frecuentes (Cortopassi-Laurino & Ramalho 1988) (Imperatriz-Fonseca *et al.* 1989) (Ramalho 1990). Los resultados además son corroborados en la preferencia por familias como Myrtaceae, Melastomataceae, Solanaceae y Euphorbiaceae, (Carvalho *et al.* 2001) (Gobierno *et al.* 2004), (Oliveira- Alves *et al.* 2006), (Rodríguez-C & Nates-Parra, 2005), (Rodríguez-C *et al.* 2006). Al respecto se menciona que esta tendencia puede ser resultado de la conjugación de la constancia floral que presentan las obreras, decisiones económicas sobre el forrajeo y el flujo de información sobre las fuentes florales al interior de las colmenas (Ramalho *et al.* 2007). Sin embargo, el hecho de que el género, muestre las

mismas preferencias en distintos ecosistemas y en distintas condiciones, permite incidir que se presenta un patrón de preferencia floral.

En este trabajo el tipo polínico más importante como fuente de miel y de polen fue Tipo *Myrcia*, que corresponde a un género de árboles nativos que para la zona puede atribuirse a las especies *M. popayanensis* y *M. acuminata*, conocidos por su abundancia en la región andina y por ser fundamentales en procesos de sucesión (Moscoso & Diez 2005)(León et al. 2009). Trabajos sobre biología reproductiva del género, indican que son árboles hermafroditas, que presentan mayor número de frutos con polinización cruzada, que con autopolinización y que las abejas son los mejores polinizadores (Torezan - Silingardi & De Oliveira 2004), lo que destaca el papel de *M. eburnea* en la reproducción de estas especies. Este género también se reporta en otros trabajos como fuente importante de néctar para *Melipona* (Carvalho et al. 2001)(Antonini et al. 2006)(Vit 1997).

*Fraxinus chinensis* y *Eucalyptus globulus*, son dos plantas que se encontraron como fuentes importantes de polen y néctar/polen respectivamente, sin embargo estas especies son introducidas y aunque están contribuyendo a la dieta de *M. eburnea* pueden estar compitiendo por el servicio de polinización con plantas silvestres, además de las controvertidas consecuencias negativas atribuidas a estas plantaciones (Liu & Li 2010)(Behera & Sahani 2003).

La presencia de tipos polínicos como *Senna spectabilis*, *Miconia aeruginosa*, *Tibouchina longifolia* y *Solanum aturense*, encontrados también en otros trabajos (Landaverde et al. 2004) (Marazzi et al. 2007), reafirman la importancia del género *Melipona* como polinizador de plantas con anteras poricidas y sugieren su utilización en cultivos de importancia regional como el tomate. Dentro de las especies cultivadas visitadas por *M. eburnea* se encontró *Psidium guajava*, *Coffea arabica*, *Citrus spp.* y *Capsicum annum*, lo que demuestra su papel como polinizador en agroecosistemas locales. En Colombia ya se había reportado la aparición de tipos polínicos de *P. guajava* y *Citrus sp.* en nidos de a *M. eburnea* (Rodríguez-C & Nates-Parra, 2005)(Moreno & Devia 1982).

Vale destacar, que a pesar de la alta intervención que se presenta en la región y de la masiva introducción de plantas foráneas, el 68 % de las plantas visitadas son plantas nativas, con síndrome de polinización zoófila, especialmente melitófila, lo que nos

permite estimar la importancia del servicio de polinización que *M. eburnea* está prestando al ecosistema local.

Se ha discutido sobre la posible relación entre el estrato de la vegetación y el forrajeo de las abejas sin aguijón (Roubik 1993). Para *M. bicolor*, *M. marginata*, *M. quadrifasciata* y *M. rufiventris* se encontró que entre el 60% y el 80% de las obreras se encontraban forrajeando en el estrato superior del bosque, en copas de árboles con floración en masa (Ramalho 2004), esto se puede relacionar con la preferencia encontrada en *M. eburnea* por árboles con inflorescencias, tales como *Eucalyptus* y *Myrcia*, que se pueden considerar plantas con “floración en masa”, debido a que abren numerosas flores en pocos días con varios periodos de floración en el año (Ramalho 2004). Esta relación parece influenciar el éxito reproductivo de estos árboles, lo que juega un papel importante en la regeneración natural de los bosques, relacionada más con facilitar servicios de autopolinización que de polinización cruzada, debido a que la mayoría de los árboles tropicales de floración en masa son hermafroditas autocompatibles (Ramalho 2004) Otra razón por la cual *M. eburnea* prefiere los árboles, puede ser porque la concentración del néctar es mayor en el dosel debido a la mayor cantidad de luz y viento que generan evaporación (Roubik *et al.* 2005)

En cuanto al color y forma de las flores, en un trabajo realizado en El Salvador, se encontró una alta preferencia de *M. beecheii* por plantas con flores blancas y de floración en masa, resultados explicados por el contraste que se genera con el ambiente, lo que facilita encontrar las flores en el campo (Hof & Bongers 2004). En el trabajo realizado en el piedemonte llanero (Rodríguez-C & Nates-Parra 2005), ya se había detectado la relación de *M. eburnea* con flores de abundantes estambres en forma de cepillo, lo cual puede estar dado por su facilidad de acceso y por los abundantes recursos polínicos que ofrecen.

Con base en los resultados de este y otros trabajos, de las características de las plantas preferidas por *M. eburnea*, y su rango de distribución en el país, se sugiere que esta especie puede ser evaluada en trabajos de polinización en los siguientes cultivos: *Psidium guajava*, y otras especies de *Psidium spp.* (Guayabas)(Rodríguez-C & Nates-Parra 2005) , *Eugenia stipitata* (Arazá) (Ariza 2000), *Myrciaria dubia* (Camu Camu)(Peters & Vasquez 1987)(Heard 1999), *Lycopersicum esculentum* (tomate) (Slaa *et al.* 2006)(Del Sarto *et al.* 2005)(Dos Santos *et al.* 2009), *Solanum melongena*

(Berenjena)(Malerbo- Souza & Pereira 2008), *Solanum quitoense* (lulo), *Solanum betaceum* (tomate de árbol), *Capsicum spp.* (Ají), *Capsicum annum* (pimentón)(Cruz *et al.* 2005), *Melicoccus bijugatus* (Mamoncillo), *Phaseolus vulgaris* (frijol), *Pisum sativum* (Arveja), *Vicia faba* (Haba), *Persea americana* (Aguacate), *Macadamia ternifolia* (Macadamia), *Carica papaya* (Papaya), *Mangifera indica* (Mango)(Heard 1999), *Ricinus comunis* (Higuerilla)(Landaverde, 2004).

En cuanto a los resultados palinológicos, el 64% de las muestras de miel y el 62% de las muestras de polen, presentan una composición polínica monofloral, esto sumado a la formación de clases en los análisis de agrupamiento, nos demuestra que es posible la caracterización y clasificación de la miel y el polen de *M. eburnea*. Esto puede permitir reconocer las principales fuentes de plantas usadas por esta especie y un mayor control en el uso y comercialización de estos productos, como lo sugieren algunos autores en Brasil (Cortopassi - Laurino *et al.* 2006), además de ser la base para estudios sobre sus posibles usos medicinales.

## 1.4 Conclusiones:

*Melipona eburnea* es un importante polinizador en la región de Fusagasugá, Cundinamarca, visitando al menos 90 especies de plantas, la mayoría de ellas nativas. Sin embargo su forrajeo se centra en pocas especies, entre las que se destacan *Myrcia spp.*, *Eucalyptus globulus*, *Fraxinus chinensis*, *Psidium guajava*, *Tibouchina longifolia*, *Miconia spp.*, *Miconia aeruginosa*, *Muntingia calabura* y *Adenaria floribunda*. Además se encontró visitando plantas cultivadas como *Coffea arabica*, *Citrus spp.* y *Capsicum annum*. Las plantas visitadas por *M. eburnea* son en su mayoría arboles hermafroditas, con inflorescencias racemosas y de floración en masa, con flores tipo cepillo, de colores blanco o crema y que en la literatura se reportan como melitófilas. Todas estas características proveen información para el posterior uso de esta especie en polinización de cultivos.

## 1.7 Bibliografía

**Alcaldía municipal Fusagasugá**, 2007. Vegetación, Fusagasugá Cundinamarca. Disponible en: [http://www.fusagasuga.com.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=31&Itemid=180](http://www.fusagasuga.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=31&Itemid=180) [Accessed September 2010].

**Antonini, Y, Costa, R.G. & Martins, R P**, 2006. Floral preferences of a neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lepageletier (Apidae: Meliponina) in an urban forest fragment. Brazilian Journal of biology = Revista brasleira de biologia, 66(2A), pp.463-71.

**Antonini, Yasmine, Soares, S.M.& Martins, R.P.**, 2006. Pollen and nectar harvesting by the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Apidae: Meliponini) in an urban forest fragment in Southeastern Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 41(3), p.209–215.

**APG II**, 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP\*. Botanical Journal of the Linnean Society, 141(4), pp.399-436.

**Ariza, A.**, 2000. Biología floral y caracterización morfológica de 6 ecotipos de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) en el departamento del Caquetá. Trabajo de grado Facultad de Agronomía, Universidad de Colombia. pp 87.

**Behera, N. & Sahani, U.**, 2003. Soil microbial biomass and activity in response to *Eucalyptus* plantation and natural regeneration on tropical soil. Forest Ecology and Management, 174(1-3), pp.1-11.

**Buchmann, S.L.**, 1983. Buzz pollination in angiosperms in: Jones C.E., Little R.J. (Eds.), Handbook of experimental pollination biology, Van Nostrand Reinhold Co., Inc., pp.73-133.

**Bush, M.B. & Weng, C.**, 2007. Introducing a new (freeware) tool for palynology. Journal of Biogeography, 34(3), pp.377-380.

- Cabrera, G. & Nates – Parra, G.** 1999. "Uso de las abejas por comunidades indígenas: los nukak y las abejas sin aguijón" Programa, resúmenes y memorias. III Reunión de la IUSSU Bolivariana. Unión internacional para el estudio de los insectos sociales. Universidad Nacional de Colombia. pp.59 – 70.
- Caccavari, M. & Fagúndez, G.,** 2010. Pollen spectra of honeys from the Middle Delta of the Paraná River (Argentina) and their environmental relationship. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(1), pp.42-52.
- Camargo, J.M.F. & Pedro, S.R.M.,** 2008. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs).Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. Disponible en: <http://moure.cria.org.br/>
- Carvalho, C.A., Moreti A.C., Marchini, L.C., Alves, R.M. y Oliveira, P.C.** 2001. Pollen spectrum of honey of "uruçu" bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811). Brazilian journal of biology, 61(1), pp.63-7.
- Colinvaux, P.A., De Oliveira, P. y Moreno, J.E.** 2001. Amazon pollen manual and atlas/manual e atlas palinologico da amazonia. Electronic Green Journal, (15) pp. 331.
- Cortopassi - Laurino, M., Imperatriz Fonseca, V.L., Roubik, D., Dollin, A., Heard, T., Aguilar, I., Venturieri, G., Eardley, C. Nogueira, P.,** 2006. Review article Global Meliponiculture: challenges and opportunities. Apidologie, 37, pp.1-18.
- Cortopassi-Laurino, M. & Ramalho, M.,** 1988. Pollen harvest by africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo Brazil. Botanical and ecological views. Apidologie, 19(1), pp.1-24.
- Cruz, D.O., Freitas, B., Da Silva, L.A., Sarmiento da Silva, E., Abrahão Bomfim, I.G.**2005. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40, p.1197–1201.
- Dafni, A., Kevan, P. G. & Husband, B.C.,** 2005. Practical Pollination Biology. Enviroquest Ltd. p.590.
- Del Sarto, M.C.L., Peruquetti, R.C. & Campos, L.A.O.,** 2005. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. Journal of Economic Entomology, 98(2), pp.260-266.

**Dos Santos, S.A.B., Roselino A.C., Hrcir, M. and L.R. Bego.** 2009. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Genetics and Molecular Research*, 8(2), p.751–757.

**Etter, A.**, 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia 1998. Disponible en: <http://hermes.humboldt.org.co/ecosistemas/colombia/>

**Fonnegra, R.**, 1989. Métodos de estudio palinológico U. D. Antioquia, ed., Universidad de Antioquia, pp. 57.

**Hammer, O., Harper, D. & Ryan, P.D.**, 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), p.9.

**Heard, T.**, 1999. The role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology*, 44, pp.183-206.

**Hof, A. & Bongers, F.**, 2004. Tree selection by the stingless bee *Melipona beecheii*, Chalatenango, El Salvador.

**IDEAM**, 2010. Datos Metereológicos, Estación: 2119512, Fusagasuga Cundinamarca. Disponible en: Centro de documentación IDEAM.

**Imperatriz-Fonseca, V.L., Kleinert-Giovannini, A. & Ramalho, M.**, 1989. Pollen harvest by eusocial bees in a non-natural community in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 5(2), pp.239-242.

**Kearns, C. a, Inouye, D.W. & Waser, N.M.**, 1998. Endangered mutualisms the conservation of plant polliantor interaction. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29(1), pp.83-112.

**Landaverde, L., Sanchez, L., Ruano, C., Smeets, Martin.** 2004. Temporary dominance of pollen of nectiferous and polliniferous plants collected by *Melipona beecheii* in El Salvador and pollen of polliniferous plants collected by *Tetragonisca angustula* and *M. beecheii* in Costa Rica. October, 22-25. Tropical Beekeeping: Research and Development for Pollination and Conservation Conference 22-25 February 2004 San José, Costa Rica.

**León, J.D., Vélez, G. & Yepes, A.P.**, 2009. Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. *Revista Biología Tropical*, 57(4), pp.1165-1182.

**Liu, H. & Li, J.**, 2010. The Study of the Ecological Problems of Eucalyptus Plantation and Sustainable Development in Maoming Xiaoliang. *Soil and Water*, 3(1), pp.197-201.

**Louveaux, B.J., Maurizio, A. & Vorwohl, G.**, 1970. Methods of melissopalynology. *Bee World*, (see 4), pp.139-153.

**Mader, E., Vaughan, M., Shepherd, M., & Hoff, S.** 2010. Alternative Pollinators: Native Bees. ATTRA—National Sustainable Agriculture Information Service The Xerces Society for Invertebrate Conservation. pp.28.

**Malerbo- Souza, D. & Pereira, V.**, 2008. Visitantes florais em cultura de berinjela (*Solanum melongena*). *Revista Montagem*, 10(10), pp.188-196.

**Marazzi, B., Conti, E. & Endress, P.K.**, 2007. Diversity in Anthers and Stigmas in the Buzz- Pollinated Genus *Senna* (Leguminosae, Cassiinae). *International Journal of Plant Sciences*, 168(4), pp.371-391.

**Mburu, J. Hein, L., Gemmil, B., & Collete, L.** 2006. Economic Valuation of Pollination Services: Review of Methods FAO-COORDI., Roma. pp.43.

**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.

**Moscoso, L.B. & Diez, M.C.**, 2005. Banco de semillas en un bosque de roble de la cordillera central colombiana. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín*, 58(2), pp.2931-2943.

**Nates-Parra, G.**, 1995. Las abejas sin aguijón del género. *Boletín de Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 3(2), pp.21-33.

**Nates-Parra, G.**, 2001. Las abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2(3), p.233–248.

**Nates-Parra G.** 2005. Abejas corbiculadas de Colombia (Hymenoptera: Apidae). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. pp156.

**Nates-Parra G.** 2007 Fichas de categorización Meliponini En : Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia, Amat G.G., Gonzalo Andrade M., Eduardo Amat

G. (Eds.), Bogotá, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional Colombia, Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, pp. 144–154.

**Oliveira Alves, R., Lopes De Carvalho, C. & Almeida Souza, B.,** 2006. Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith 1863, (Hymenoptera: Apidae). Act. Sci. Biol. Sci. Maringá, 28(1), pp.65-70.

**Park, M., Orr, M. & Danforth, B.,** 2010. The Role of Native Bees in Apple Pollination. New York Fruit Quarterly, 18(1), pp.21-25.

**Peters, C.M. & Vasquez, A.,** 1987. Estudios ecológicos de Camu-Camu (*Myrciaria dubia*). I-Producción de frutos en poblaciones naturales. Acta Amazónica, 16(17), p.161–173.

**Politis, G.G. & Martinez, G.A.,** 1997. Caza, recolección y pesca como estrategia de explotación de recursos en forestas tropicales lluviosas: los Nukak de la amazonia colombiana. Revista española de antropología americana, 27(7400), pp.167-197.

**Potts, S.G., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G. y Wilmer, P.** 2003. Linking Bees and Flowers: How Do Floral Communities Structure Pollinator Communities? Linking bees and flowers: How do floral communities structure pollinator communities? Ecology, 84(10), pp.2628-2642.

**Ramalho, M.,** 1990. Foraging by stingless bees of the genus, *Scaptotrigona* (Apidae, Meliponinae). Journal Of Apicultural Research, 29(2), pp.61-67.

**Ramalho, M.,** 2004. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. Acta botanica brasileira, 18(1), pp.37-47.

**Ramalho, M., Silva, M. & Carvalho, E.,** 2007. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. Neotropical Entomology, 36(1), pp.38-45.

**Rodriguez-C, A. & Nates-Parra, G.** 2005, Forrajeo de polen por obreras de *Melipona eburnea* (Hymenoptera, Apidae, Meliponin) en una zona rural del piedemonte llanero,

(Acacias - Meta- Colombia). Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Biología. pp53.

**Rodriguez-C, A., Parra-H, A. & Nates-Parra, G.,** 2006. Polen almacenado por *Melipona eburnea* en el sur del Huila, Colombia. In III Encuentro Colombiano sobre abejas silvestres. p. 70.

**Roubik, D.W.,** 1993. Tropical Pollinators in the Canopy and Understory: Field Data and Theory for Stratum "Preferences." *Journal of Insect Behavior*, 6(6), pp.659-673.

**Roubik, D.W. & Moreno, J.E.,** 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island, Missouri Botanical Garden pp268.

**Roubik, D., Sakai, S., Hamid, A. Nagamitsu, T. & Inoue, T.** 2005. Floral resource utilisation by Stingless bees (Apidae, Meliponini). In Springer, pp. 73-88.

**Roubik, D.,** 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. First., New York: Press syndicate of University of Cambridge. pp.516.

**Santamaría-Bueno, A.,** 2009. Diagnóstico productivo y comercial de la cadena apícola de los programas para la sustitución de cultivos ilícitos y desarrollo alternativo de Acción Social y UNODC Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional, Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito UNODC Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional ACCION SOCIAL. pp 137.

**Slaa, E.J., Sánchez, L.A., Malagodi-Braga, K.S. & Hofstede, F.E.** 2006. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. *Apidologie*, 37(2), pp.293–315.

**Torezan - Silingardi, H.M. & De Oliveira, P.,** 2004. Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in central Brazil. *Phyton*, 44(1), pp.23-43.

**Vit, P.,** 1997. Quality Factors and Approach to the putative anticataract properties of stingless bee (Apidae; Meliponinae) Honey from Venezuela. School of pure and applied biology. University of Wales. pp. 221.



## **2. Análisis del nicho trófico de *Melipona eburnea* Friese, 1900 y *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), (Apidae: Meliponinae)**

El nicho es un atributo fenotípico de la población, que cambia si los miembros modifican su respuesta al ambiente biótico y abiótico (Colwell & Fuentes, 1975). El nicho de cada especie puede ser subdividido en tres principales componentes: Hábitat, tipo de alimento y tiempo, en este sentido la partición de recursos involucra una utilización diferencial de estos tres componentes por diferentes especies (Schoener, 1974). En las abejas, el nicho trófico está constituido por las especies de plantas de donde obtienen néctar y polen principalmente, y en algunas ocasiones, mielatos provenientes de secreciones de insectos (Nagamitsu & Inoue, 2002a).

Estudios de nicho trófico en abejas sin aguijón, han sido llevados a cabo a través de la observación directa de las visitas de las abejas a las flores y también a través de análisis palinológicos de los contenidos de los potes de miel y polen y de las cargas de las obreras capturadas en las entradas de los nidos (Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca, 1987)(Ramalho, Kleinert-Giovannini, & Imperatriz-Fonseca, 1989) (Wilms & Wiechers, 1997)(Nagamitsu & Inoue, 2002b). Encontrándose que diferentes especies de abejas pueden utilizar diferentes recursos dentro de la misma comunidad, como resultado de sus estrategias de forrajeo y sus preferencias florales (Eltz *et al.*, 2001)(Nagamitsu & Inoue, 2002a), mientras que otros aspectos como la disponibilidad de recursos en el medio, el tamaño de las colonias o el tamaño de las abejas no parece estar influenciando la amplitud del nicho ( Biesmeijer & Slaa 2006).

Las abejas sociales y entre ellas las abejas sin aguijón, son consideradas generalistas en la escogencia floral para la obtención de recursos, debido a que sus colonias perennes requieren de alimento a lo largo de todo el año, sin embargo, a pesar de que pueden estar

visitando un gran número de plantas, su actividad se centra en unos cuantos recursos importantes (Biesmeijer & Slaa, 2006) (Ramalho, Silva, & E. Carvalho, 2007). *Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula* son dos especies de abejas sin aguijón, presentes en la región andina colombiana (Nates-Parra, 2001). *M. eburnea* presenta una distribución restringida a las regiones de la Orinoquía, Amazonía y Andina de Suramérica (Camargo & Pedro, 2008), mientras que *T. angustula* presenta una amplia distribución en el continente, desde el sur de México hasta Argentina (Oliveira *et al.* 2004). Tanto *M. eburnea* como *T. angustula* tienen estrategias de forrajeo no agresivo, sin embargo sus estrategias de reclutamiento de nuevas forrajeadoras y de comunicación de nuevas fuentes de recursos si difieren, en el caso de *Melipona* está más mediado por sonidos y contacto y en *T. angustula* por marcas olfativas dejadas en las plantas (Biesmeijer & Slaa 2004), lo que puede estar influenciando sobre las preferencias florales de cada especie.

Para *Tetragonisca angustula* se ha encontrado alta frecuencia de visita por plantas de la familia Asteraceae (Chaves & Aguilar 2004)(Braga *et al.* 2009)(Flores & Sanchez, 2010) y para el género *Melipona* preferencias por las familias Myrtaceae, Melastomataceae, Solanaceae y Fabaceae (Mimosoideae) (Carvalho *et al.* 2001), (Antonini, Costa, & Martins, 2006).

En este trabajo se realiza un análisis de la amplitud, la uniformidad y el solapamiento de los nichos de estas dos especies de abejas, para determinar si los recursos utilizados son producto únicamente de la oferta ambiental o si existe una separación de nicho debida a las preferencias y estrategias de cada especie.

## 2.1 Materiales y métodos:

El área de estudio está localizada en la región andina, en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, en la vereda Bosachoque (4,622 Latitud N y -74,651 Longitud O, 1413m), donde se presenta una temperatura promedio de 20°C, 1391mm promedio de precipitación anual y una humedad relativa promedio de 85% (IDEAM, 2010a). La zona se encuentra altamente urbanizada y con menos del 20% de vegetación original (Etter, 1998).

### 2.1.1 Análisis palinológico:

Se tomaron muestras mensuales de miel y polen de 4 nidos (2 nidos de *Tetragonisca angustula* y 2 nidos de *Melipona eburnea*) alojados en cajas racionales entre marzo de 2009 y marzo de 2010, las muestras provienen de potes nuevos cada mes, los cuales proveen información del mes anterior. En total se procesaron 16 muestras de polen de potes para *M. eburnea* y 12 para *T. angustula* y 21 muestras de miel para *M. eburnea* y 10 para *T. angustula*, las cuales fueron acetolizadas con base en el método de Erdtman (Louveaux *et al.* 1970) y montadas en una lámina con dos campos. Para calcular la frecuencia de los tipos polínicos en el polen se contaron 500 palinomorfos por muestra y para la miel entre 250 y 400 palinomorfos por muestra, debido al menor contenido polínico y el escaso volumen de muestra (15ml). La identificación se llevó a cabo comparando con las palinotecas de referencia del Laboratorio de Investigaciones en Abejas LABUN, y del laboratorio de palinología y Paleoecología del Instituto de Ciencias Naturales, con polen de 150 plantas recolectadas en la zona y con atlas palinológicos ( Roubik & Moreno 1991), (Bush & Weng 2007), (Colinvaux *et al.* 2001) (Moreno & Devia 1982). Se estimó las clases de frecuencia (Louveaux *et al.* 1970) y el porcentaje de frecuencia de ocurrencia de los tipos polínicos (Caccavari & Fagúndez 2010). Las muestras fueron clasificadas según la abundancia relativa de sus tipos polínicos (Fonnegra 1989).

**Análisis de nicho:** Todos los parámetros fueron calculados mensualmente y por tipo de muestra (miel o polen).

**Amplitud de nicho:** La idea de amplitud de nicho es esencialmente la misma que de especialización o generalización ecológica. Así, la especie más especialista tiene la amplitud de nicho más estrecho; la especie más generalista ecológicamente tendrá la mayor amplitud de nicho (Vidal & Ramírez, 2005). Este parámetro fue medido con el número de especies de plantas visitadas, por el índice de diversidad de Shannon (1949) y con el índice de Simpson (1949):

(Shannon 1949):  $H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i)$

P<sub>i</sub>= Proporción de cada tipo polínico encontrado en muestras de cada especie de cada mes.

Ln= Logaritmo natural.

Este índice usualmente varía entre 1,5 (Baja riqueza de especies) a 3,5 (Alta riqueza de especies) Referencia

(Simpson, 1949): 1-D, donde D es calculado así:

$$D_s = \sum_{i=1}^S \frac{(n_i(n_i-1))}{(N(N-1))}$$

S= Es el número de tipos polínicos encontrados

n<sub>i</sub>= Es el porcentaje de abundancia del tipo polínico encontrado en la especie i

N= Es el porcentaje total

Este índice nos da la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de especies diferentes y varía desde 0 (no diversidad) hasta 1 (diversidad infinita). Este índice es insensible al tamaño de muestra.

**Uniformidad de nicho:** Este parámetro permite cuantificar qué tanto la diversidad estimada para una situación dada se desvía del máximo teórico que ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes.

(Pielou, 1977):  $J' = \frac{H'}{H'_{max}}$

H'= Ln del número total de tipos polínicos presentes en las muestras.

Este índice varía de 0 (uso heterogéneo) a 1 (Uso homogéneo).

**Solapamiento de nicho:** Para este parámetro se usaron los índices de Schoener (1968) y Cody (1974):

(Schoener, 1968): Toma las proporciones de los tipos polínicos encontrados en las muestras para indicar el porcentaje de similitud entre las especies.

$$PS = 1 - \frac{1}{2} \sum |p_{iM1} - p_{iM2}|$$

$p_{iM1}$ : Proporción de los  $i$  recursos visitados para la especie de abeja 1

$p_{iM2}$ : Proporción de los  $i$  recursos visitados para la especie de abeja 2

(Cody, 1974): Tiene en cuenta el número de tipos polínicos encontrados en las muestras pero no su representatividad

$$a_{M1M2} = n_{M1M2} / (n_{M1} * n_{M2})^{1/2}$$

$n_{M1M2}$ : Número de tipos polínicos comunes a las dos especies

$n_{M1}$ : Número de tipos polínicos encontrados en las muestras de abejas de la especie 1

$n_{M2}$ : Número de tipos polínicos encontrados en las muestras de abejas de la especie 2

Se realizaron análisis de agrupamiento con el índice de similaridad de Jaccard (C. Moreno, 2001), utilizando el paquete estadístico PAST:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

$a$  = número de especies presentes en la muestra A

$b$  = número de especies presentes en la muestra B

$c$  = número de especies presentes en ambas muestras A y B

Se realizaron correlaciones de Pearson entre los parámetros estudiados y pruebas t para encontrar diferencias entre las dos especies de abejas.

## 2.2 Resultados:

### 2.2.1 Análisis palinológico:

Durante el periodo de muestreo se registraron 97 tipos polínicos, 93 para *M. eburnea* y 81 para *T. angustula*, de los cuales 77 fueron encontrados en común para las dos especies, en el anexo B, se encuentra el listado de todos los tipos polínicos visitados en cada mes y su frecuencia de clases promedio. En la tabla 1. se presenta el número de tipos polínicos encontrados en cada tipo de muestra, la mayor parte se pueden encontrar tanto en miel como en polen o solo en miel, mientras que los tipos polínicos exclusivos del polen fueron escasos. Las familias más representativas en número fueron Asteraceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Melastomataceae, variando levemente en su proporción, según la especie y el producto, como se muestra en la tabla 2. Las muestras de miel fueron siempre más diversas en número de familias y en número de tipos polínicos.

Tabla 1. Número de tipos polínicos encontrados en muestras de miel y polen de *M. eburnea* y *T. angustula*

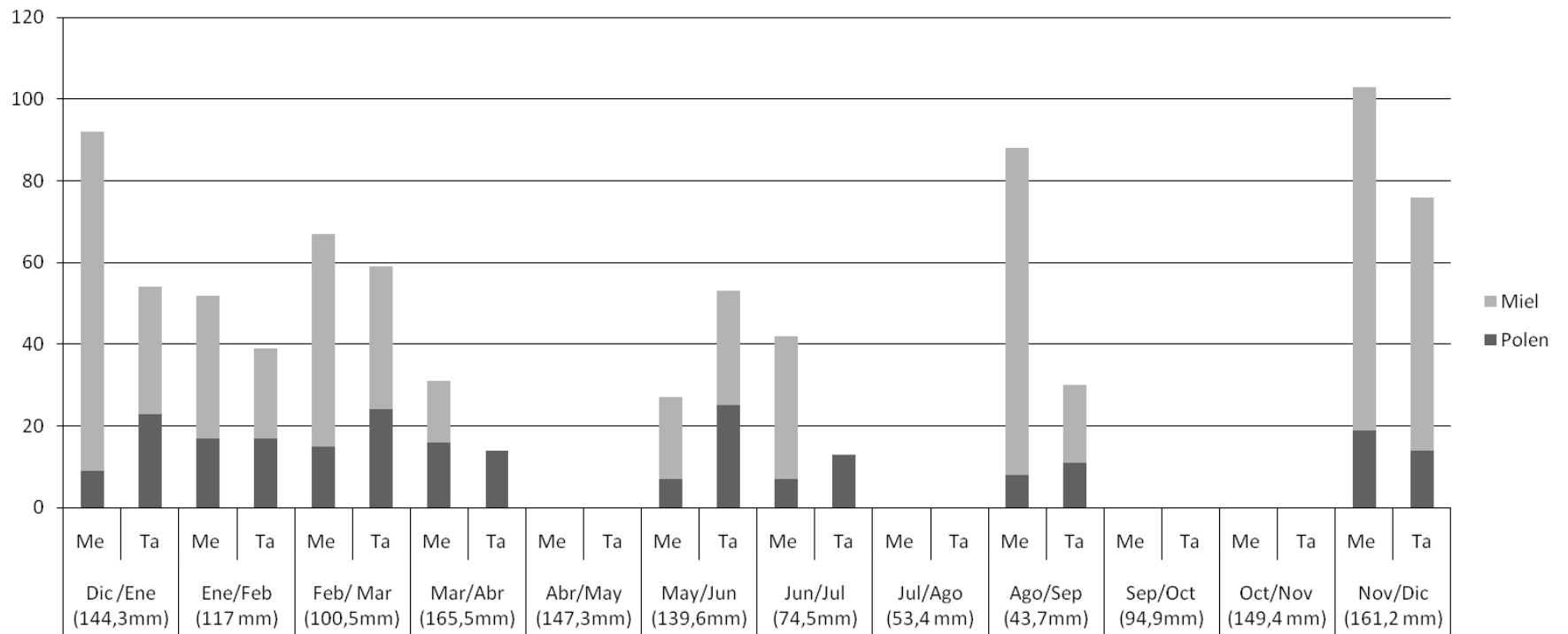
	<i>M. eburnea</i>	<i>T. angustula</i>
Miel y Polen	35	37
Miel	52	32
Polen	6	12
<b>Total</b>	<b>93</b>	<b>81</b>
Compartidos	77	

En cuanto a la distribución de los recursos, estos parecen verse influenciados por factores climáticos, especialmente la precipitación y el efecto acentuado del fenómeno del Niño. Así en los meses más lluviosos (abril - mayo y octubre – noviembre), no se encontraron potes nuevos por lo cual no se cuenta con muestras, mientras que en los meses de Junio – Julio – Agosto, típicamente secos en la región (IDEAM, 2010b), el fenómeno del niño produjo una mayor sequía (IDEAM, 2010c) lo que causó una disminución en el número de plantas visitadas (Ver figura 1). En los meses de Diciembre y Enero se presenta una alta

precipitación, pero con el efecto del Niño, esta se mantuvo moderadamente por debajo del promedio, lo que parece haber permitido la visita del mayor número de tipos polínicos. Además los apicultores y meliponicultores de la región reportan el final y comienzo de año, como la época de mayor floración y flujo de néctar hacia las colmenas.

Tabla 2. Familias más representadas según número de tipos polínicos en muestras de miel y polen de *M. eburnea* y *T. angustula*

	<b><i>M. eburnea</i></b>	<b><i>T. angustula</i></b>
Miel	31 Familias: Asteraceae 19%, Euphorbiaceae 19%, Myrtaceae 19%, Melastomataceae 12,9% Otras familias 30,1%	33 Familias: Asteraceae 18%, Myrtaceae 15%, Euphorbiaceae 15%, Solanaceae 12% Otras familias 40%
Polen	20 Familias: Myrtaceae 16%, Fabaceae 13,5% Arecaceae 8,1% Asteraceae 8,1% Euphorbiaceae 8,1% Otras familias 45%	27 Familias: Asteraceae 26%, Myrtaceae 22%, Euphorbiaceae 11%, Fabaceae (P) 11% Otras familias 30%

Figura 1. Número de tipos polínicos encontrados en la miel y el polen de *M. eburnea* y *T. angustula* a lo largo del año.

Me: *Melipona eburnea*, Ta: *Tetragonisca angustula*. Los datos en paréntesis corresponden a los valores totales promedio de la precipitación mensual en milímetros entre los años 1991 – 2009 (IDEAM, 2010b)

En la tabla 3 encontramos el origen botánico de las muestras. Para *M. eburnea* la mayor parte de las muestras fueron monoflorales de Tipo *Myrcia*, tanto para miel como para polen de potes, mientras que en *T. angustula* se encontraron muestras de polen de potes monoflorales de plantas anemófilas tales como *Piper aduncum* o *Myrsine coriaceae* y ninguna de las mieles de *T. angustula* fue monofloral. En la tabla 4 se presenta los tipos polínicos más importantes, con base en el porcentaje de ocurrencia en las muestras y por haberse encontrado como dominantes (>45%) o secundarios (16 – 45%). En el polen de potes, los tipos polínicos más importantes son completamente diferentes para ambas especies de abejas. Mientras que para los resultados encontrados en miel, los tipos polínicos son similares, en común están Tipo *Myrcia*, *Eucalyptus globulus*, *Tibouchina longifolia* y *Phoradendron quadrangulare*.

Tabla 3. Origen botánico de muestras de miel y polen de *M. eburnea* y *T. angustula*.

<i>Melipona eburnea</i>		<i>Tetragonisca angustula</i>	
Polen de potes		Polen de potes	
Especie	No.	Especie	No.
Tipo <i>Myrcia</i>	8	<i>Piper aduncum</i>	3
<i>Eucalyptus globulus</i>	2	Tipo <i>Cecropia</i>	3
<i>Tibouchina longifolia</i>	2	<i>Acalypha macrostachya</i>	1
<i>Psidium guajava</i>	1	<i>Myrsine coriaceae</i>	1
Tipo <i>Miconia</i>	1	Multiflorales	4
Multiflorales	2		
Miel		Miel	
Especie	No.	Especie	No.
Tipo <i>Myrcia</i>	6	Multiflorales	10
Tipo <i>Baccharis</i>	2		
<i>Eucalyptus globulus</i>	1		
Tipo <i>Miconia</i>	1		
<i>Steiractinia aspera</i>	1		
<i>Clidemia hirta</i>	1		
Multiflorales	9		

Tipos polínicos más importantes en muestras de polen de potes									
<i>Melipona eburnea</i>					<i>Tetragonisca angustula</i>				
Familia	Especie	D	S	%FO	Familia	Especie	D	S	%FO
Myrtaceae	Tipo <i>Myrcia</i>	50	0	100	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	25,0	16,7	91,6
Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis</i>	0	31,25	93,75	Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i>	8,3	8,3	83,33
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	12,5	18,75	93,7	Cecropiaceae	Tipo <i>Cecropia</i>	25,0	33,3	75
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	6,25	6,25	87,5	Myrsinaceae	<i>Myrsine coriaceae</i>	8,3	16,7	66,7
Melastomataceae	<i>Tibouchina longifolia</i>	12,5	6,25	62,5	Moraceae	Tipo Moraceae	0,0	8,3	66,7
Melastomataceae	Tipo <i>Miconia</i>	6,25	0	43,75	Rutaceae	Tipo <i>Citrus</i>	0,0	8,3	50
Tipos polínicos más importantes en muestras de miel									
<i>Melipona eburnea</i>					<i>Tetragonisca angustula</i>				
Familia	Especie	D	S	%FO	Familia	Especie	D	S	%FO
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	4,7619	38,0952	100	Myrtaceae	Tipo <i>Myrcia</i>	0	0	90
Myrtaceae	Tipo <i>Myrcia</i>	28,5714	23,8095	95,23	Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	0	0	90
Melastomataceae	<i>Tibouchina longifolia</i>	0	14,2857	47,6	Rutaceae	Tipo <i>Citrus</i>	0	0	90
Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i>	0	0	42,8	Viscaceae	<i>Phoradendron quadrangulare</i>	0	10	90
Sapindaceae	Tipo <i>Cupania</i>	0	0	38,09	Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	0	0	90
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	4,7619	0	28,57	Verbenaceae	<i>Lantana fucata</i>	0	20	80
Myrtaceae	Tipo <i>Callistemon</i>	0	9,52381	19,04	Apiaceae	<i>Adenaria floribunda</i>	0	0	80
Viscaceae	<i>Phoradendron quadrangulare</i>	0	4,7619	14,28	Myrtaceae	<i>Spananthe paniculata</i>	0	10	40
Rubiaceae	<i>Borreria remota</i>	0	4,7619	9,5	Lythraceae	Tipo <i>Callistemon</i>	0	20	30
					Melastomataceae	<i>Tibouchina longifolia</i>	0	30	20

Tabla 4. Tipos polínicos más importantes en las muestras con base en la frecuencia de ocurrencia y en las frecuencias de clases. D: Dominante (>45%), S: Secundario (16- <45%), %FO: Porcentaje de ocurrencia.

## 2.2.2 Análisis de nicho:

### **Amplitud y Uniformidad:**

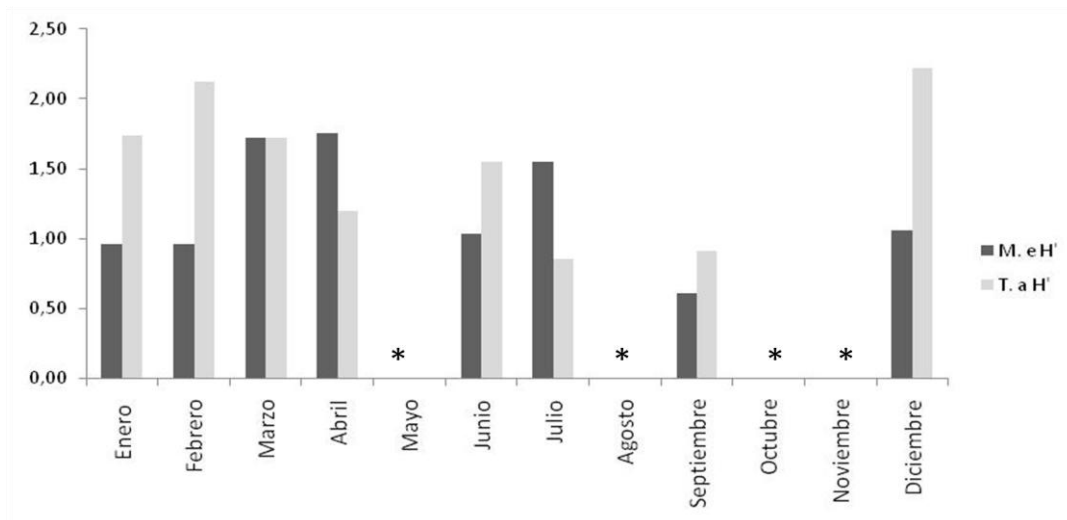
Tanto el número de plantas visitadas como los índices de diversidad, fueron significativamente mayores para miel que para polen, demostrando mayor amplitud de nicho para los recursos que proveen néctar que para los recursos que proveen polen. Así mismo, la uniformidad fue significativamente mayor para miel demostrando un uso más homogéneo de los recursos.

En el caso del nicho trófico de polen, aunque *T. angustula* visitó un mayor número de especies y presentó mayores índices de diversidad, un prueba de t muestra que no existen diferencias significativas ni en la amplitud ni en la uniformidad del nicho de ambas especies (Ver tabla 5). Existe una alta correlación ( $r=0,85$ ,  $p 0,006$ ) entre los índices de diversidad de Shannon y Simpson, pero no hay correlación con el número de plantas visitadas ( $r=0,25$ ,  $p 0,53$ ), lo cual se debe a que estos índices de diversidad tienen en cuenta la abundancia de las muestras y para ambas especies la uniformidad en el uso de los recursos fue media (0,50 y 0,54). En la figura 2, podemos observar que la mayor amplitud de nicho para *T. angustula* se da en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, mientras que para *M. eburnea* se da en Marzo y Abril, de agosto a septiembre, no existe muestra o la amplitud de nicho es muy baja para ambas especies.

Tabla 5. Número de especies visitadas, amplitud de nicho y uniformidad para muestras de polen de potes de *Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula*

	Amplitud de nicho						Uniformidad	
	No. de especies visitadas		H'		1-D Simpson		J'	
	M. eburnea	T. angustula	M. eburnea	T. angustula	M. eburnea	T. angustula	M. eburnea	T. angustula
Enero	9	23	0,96	1,73	0,41	0,69	0,44	0,55
Febrero	17	17	0,96	2,12	0,42	0,83	0,34	0,75
Marzo	15	24	1,72	1,72	0,80	0,76	0,64	0,54
Abril	16	14	1,75	1,20	0,77	0,60	0,63	0,46
Junio	7	25	1,04	1,55	0,59	0,59	0,53	0,48
Julio	7	13	1,55	0,86	0,76	0,35	0,80	0,33
Septiembre	8	11	0,60	0,91	0,28	0,53	0,29	0,38
Diciembre	19	14	1,06	2,22	0,45	0,86	0,36	0,84
Promedio	12	18	1,21	1,54	0,56	0,65	0,50	0,54

H': Índice de diversidad de Shannon, 1-D: Índice inverso de diversidad de Simpson, J': Índice de Pielou de Uniformidad.

Figura 2. Amplitud del nicho calculado con índice de diversidad de Shannon (H') en muestras de polen de *M. eburnea* y *T. angustula*

M.e: *Melipona eburnea*, T.a: *Tetragonisca angustula*, H' índice de Shannon. \* No hay muestras de esos meses

Tabla 6. Número de especies visitadas, amplitud de nicho y uniformidad para muestras de miel de *Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula*

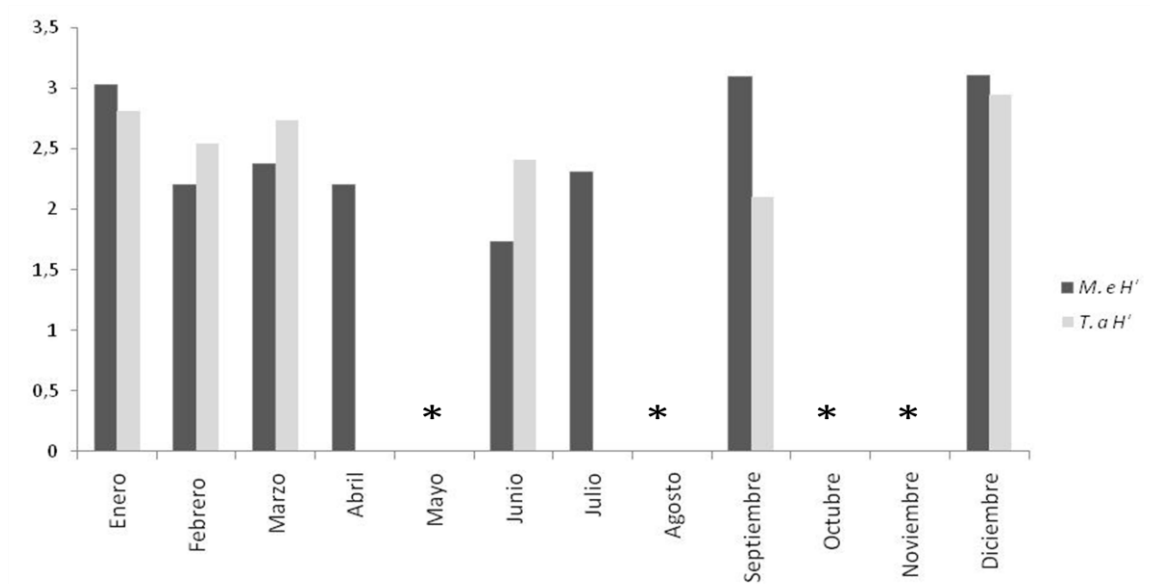
	Amplitud de nicho						Uniformidad	
	No. De especies visitadas		H'		1/D Simpson		J'	
	<i>M. eburnea</i>	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>T. angustula</i>	<i>M. eburnea</i>	<i>T. angustula</i>
Enero	83	31	3,029	2,813	0,8984	0,9175	0,6855	0,8191
Febrero	35	22	2,201	2,541	0,7789	0,89	0,6191	0,8221
Marzo	52	35	2,375	2,733	0,8068	0,9017	0,601	0,7688
Abril	15		2,207		0,8546		0,8149	
Junio	20	28	1,732	2,406	0,7661	0,8647	0,5782	0,722
Julio	35		2,304		0,8346		0,648	
Septiembre	80	19	3,094	2,102	0,9109	0,8067	0,7061	0,7138
Diciembre	84	62	3,104	2,948	0,9065	0,916	0,7005	0,7142
Promedio	51	33	2,506	2,591	0,845	0,883	0,669	0,760

H': Índice de diversidad de Shannon, 1-D: Índice inverso de diversidad de Simpson, J': Índice de Pielou de Uniformidad.

En los resultados para miel presentados en la tabla 6, a pesar de que *M. eburnea* visitó un mayor número de especies en promedio, no existe diferencia significativa entre la amplitud de nicho de las dos especies, sin embargo *T. angustula* si presentó una mayor uniformidad (Prueba t p 0,026, Mann Whitney p 0,0079). De nuevo existe una alta correlación entre los índices de diversidad ( $r=0,91$  p 0,001) y de estos con el número de plantas visitadas ( $r=0,94$  p 0,0004)

A diferencia de la amplitud de nicho para polen, en el caso de miel el comportamiento de la amplitud del nicho a lo largo del año para los recursos de miel fue más homogéneo, para *T. angustula* no se encontraron muestras de potes nuevos en los meses de abril y julio a diferencia de *M. eburnea* (ver figura 3), sin embargo esto puede tener más relación con el estado de las colmenas que con la oferta floral.

Figura 3. Amplitud del nicho calculado con índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) en muestras de miel de *M. eburnea* y *T. angustula*.



*M.e:* *Melipona eburnea*, *T.a:* *Tetragonisca angustula*,  $H'$  índice de Shannon. \* No hay muestras de esos meses

#### Solapamiento:

Se encontró un mayor solapamiento de nicho en muestras de miel que de polen, donde fue muy bajo. En promedio el número de especies compartidas para polen fue de tan solo 4 tipos polínicos, mientras que en el caso de miel fue de 28 tipos polínicos. Así mismo el índice de Schoener, muestra un porcentaje promedio de similaridad en muestras de polen de 3,68, mientras que en muestras de miel es de 39,46. Se encontró una correlación positiva entre el índice de Schoener y el número de especies compartidas ( $r=0,96$  p  $4,59E-8$ ).

Tabla 7. Solapamiento de nicho para miel y polen en *M. eburnea* y *T. angustula*

	Polen			Miel		
	Schoener (1968)	Cody (1974)	No. Especies compartidas	Schoener (1968)	Cody (1974)	No. Especies compartidas
<b>Enero</b>	4,18	0,28	4	34,86	0,61	31
<b>Febrero</b>	3,96	0,35	6	43,57	0,79	22
<b>Marzo</b>	4,83	0,21	4	49,27	0,66	28
<b>Abril</b>	1,05	0,20	3			
<b>Junio</b>	3,13	0,30	4	12,55	0,51	12
<b>Julio</b>	1,53	0,31	3			
<b>Septiembre</b>	0,41	0,11	1	26,96	0,49	19
<b>Diciembre</b>	10,30	0,37	6	69,55	0,79	57
<b>Promedio</b>	3,68	0,27	4	39,46	0,64	28,17

En la figura 4 se observa que el menor solapamiento para polen se da en los meses de abril y septiembre, llegando a ser casi nulo y el mayor alcanzando un 10% en Diciembre. En general el solapamiento en polen a lo largo del año es bajo. El solapamiento en miel fue mucho mayor a lo largo del año, alcanzando dos picos, uno en marzo con un 50% de solapamiento y otro en diciembre donde alcanza hasta un 70%.

Figura 4. Solapamiento de nicho para muestras de polen

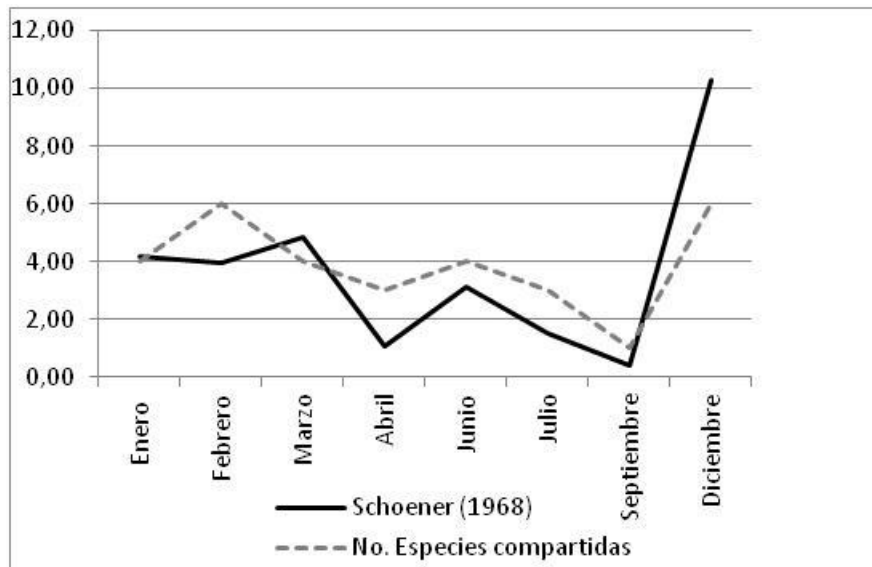
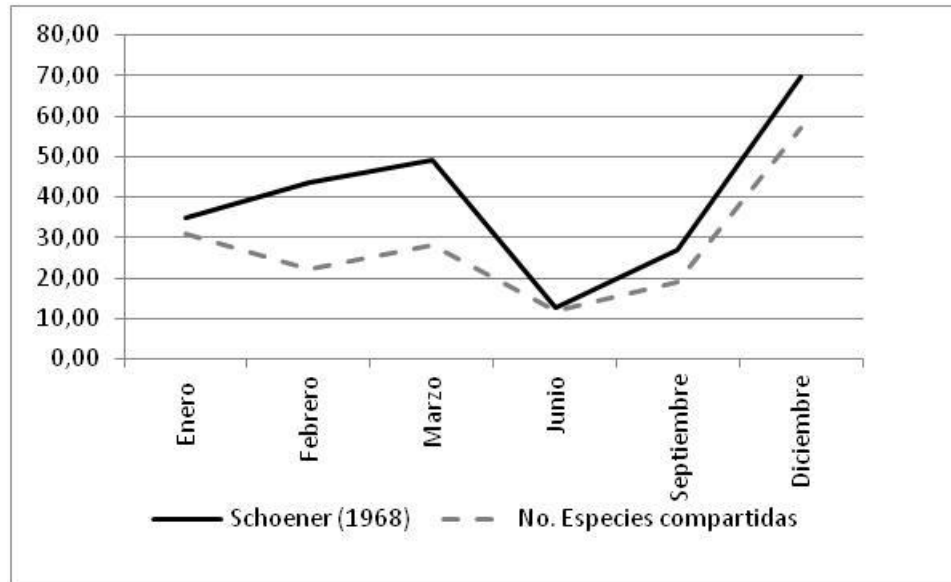


Figura 5. Solapamiento de nicho para muestras de miel



Al observar la figura 6 donde se presenta el análisis de agrupamiento con el índice de similitud de Jaccard, encontramos como las muestras de polen de ambas especies se separan claramente, mostrando una clara diferenciación en su nicho, mientras que en las muestras de miel es más confuso el agrupamiento que se da por pequeños grupos de muestras.

## 2.3 Discusión:

Las familias y los tipos polínicos más representados en este trabajo son similares con lo hallado en otros países y bajo otras condiciones de vegetación, lo que demuestra que existen unas preferencias florales innatas independientes de la oferta floral de cada región, ver tabla 8. En Fusagasugá *M. eburnea* visitó plantas de las familias Myrtaceae, Melastomataceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Fabaceae (Mimosoideae), lo que está en relación con lo encontrado en el piedemonte llanero colombiano en un bosque húmedo tropical, donde *M. eburnea* visitó 20 tipos polínicos, el más importante fue *Psidium guajava* de la familia Myrtaceae y los géneros *Clidemia* y *Miconia* de la familia Melastomataceae (Rodríguez-C & Nates-Parra, 2005). En Brasil diversos trabajos

también demuestran esta tendencia, *Melipona bicolor* y *Melipona quadrifasciata* visitaron 20 y 25 especies para polen, con preferencia por las familias Myrtaceae y Melastomataceae (Wilms & Wiechers, 1997), *Melipona scutellaris* visitó 28 tipos principalmente de las familias Fabaceae (Caesalpinoideae y Mimosoideae) y Myrtaceae (C. A. Carvalho, Moreti, Marchini, Alves, & P. C. Oliveira, 2001), *Melipona mandacaia* en un bosque seco visitó 26 tipos polínicos de las familias Mimosaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae y Anacardiaceae (Oliveira Alves, Lopes De Carvalho, & Almeida Souza, 2006). *Melipona quadrifasciata* en un bosque urbano visitó 22 tipos tipos polínicos las familias Myrtaceae, Asteraceae y Convolvulaceae (Antonini, Costa, & Martins, 2006). En un trabajo realizado en Costa Rica *Melipona beechii* y *Melipona fasciata* visitó principalmente las familias Asteraceae, Fabaceae (Mimosoideae), Tiliaceae y Simaroubaceae (Biesmeijer *et al.*, 1999). Todos estos trabajos muestran preferencias similares en el género *Melipona*. En el caso de *Tetragonisca* este es un género menos diverso y en Colombia solo se encuentra la especie *T. angustula*. Para esta especie, en Brasil se encontró la visita de 25 especies de plantas de las familias Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Rutaceae, y Euphorbiaceae (Braga *et al.*, 2009) y en otro trabajo 55 especies de las familias Asteraceae, Myrtaceae y Euphorbiaceae (Iwama & Melhem, 1979). En un trabajo reciente en Argentina, se encontró 49 tipos polínicos con una alta diversidad de familias, especialmente Asteraceae y Myrtaceae (Flores & Sanchez, 2010). Estos resultados concuerdan con los encontrados en este trabajo, donde la preferencia de *T. angustula* fue por las familias Asteraceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae y Fabaceae.

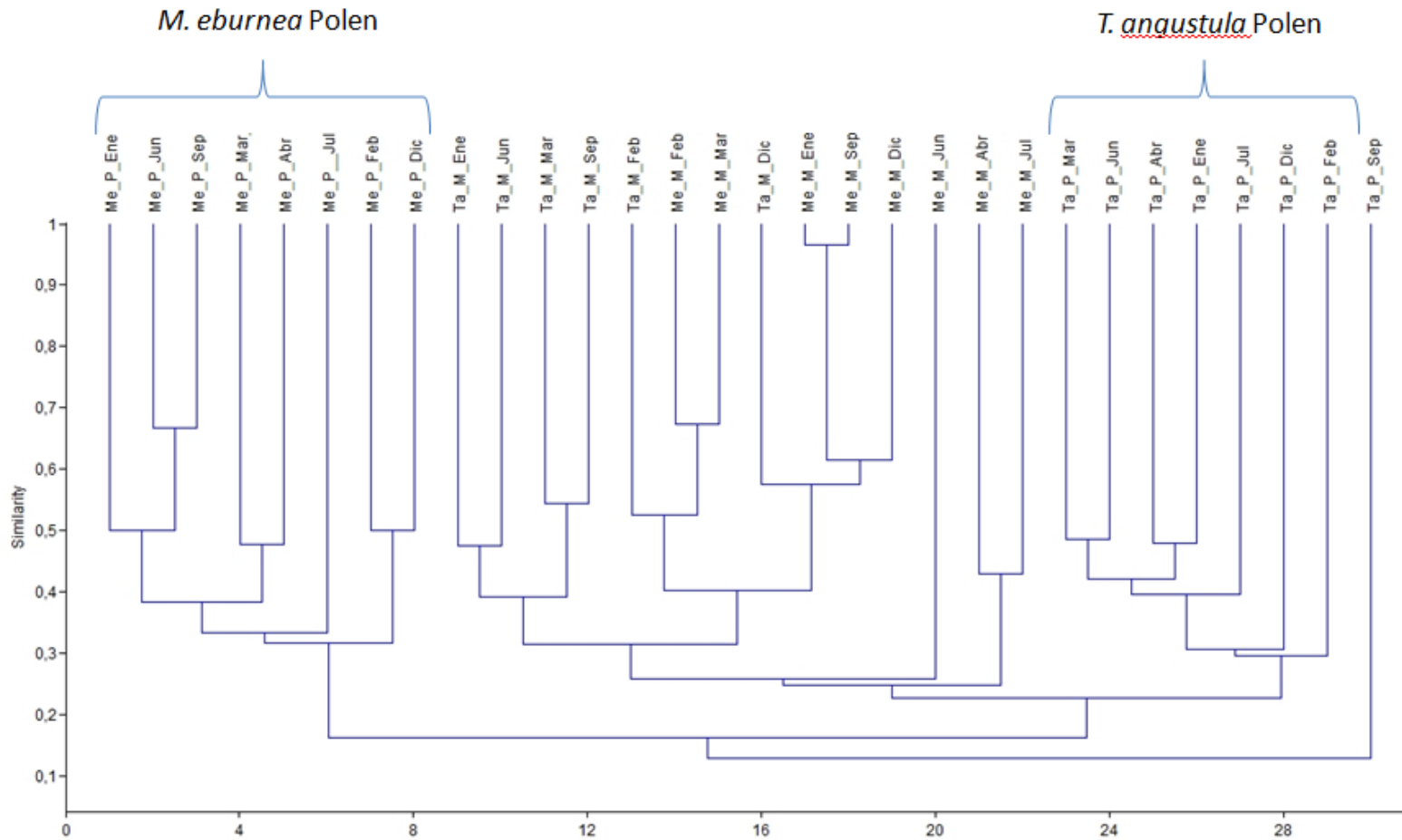
En un trabajo de revisión Ramalho *et al.* 1990, reportan los géneros más importantes para las abejas sin aguijón en toda la zona neotropical: *Alchornea*, *Baccharis*, *Cassia*, *Cecropia*, *Croton*, *Eugenia*, *Euphorbia*, *Miconia*, *Mimosa*, *Piptadenia*, *Solanum*, *Tibouchina*, *Trema*, y *Vernonia*, la mayoría de ellos también fueron encontrados en este trabajo, demostrando que es posible caracterizar las preferencias florales de las abejas sin aguijón.

En cuanto a la amplitud de nicho, Biesmeijer & Slaa 2006 encontraron que el tamaño de la colonia y el tamaño de la abejas no explican diferencias en la amplitud, lo cual puede reflejarse en los resultados de este trabajo, donde *M. eburnea* y *T. angustula* son dos abejas de tamaños contrastantes y no tuvieron diferencias significativas en la amplitud del nicho. Estos autores tampoco encontraron relación entre la disponibilidad del recurso en el paisaje y la amplitud de nicho, lo que puede soportar el argumento de que

la preferencia floral es en parte independiente del paisaje, como la tendencia de estas abejas a visitar las mismas familias en distintos hábitat.

En este, al igual que en otros trabajos se encontró una mayor diversidad en los tipos polínicos encontrados en la miel que en el polen. Esto puede estar en relación con el uso intensivo que se da del néctar como principal fuente de carbohidratos. En este sentido, el espectro de concentraciones del néctar de las plantas visitadas por abejas sin aguijón es muy amplio y puede estar influenciando en la separación o solapamiento de nichos entre especies. Ensayos realizados con *M. fasciata* y *M. beecheii* son consistentes en demostrar una especialización en la preferencia por néctar de baja y alta concentración de azúcares respectivamente, lo que determina en parte su distribución geográfica (Biesmeijer *et al.* 1999). Se sugiere que abejas más pequeñas no gustan de néctar muy concentrado y viscoso, mientras que abejas más grandes, como del género *Melipona* pueden tomar néctar de hasta 65% de concentración de azúcares. Sin embargo, esto requiere de mayor detalle de estudio (Biesmeijer *et al.* 1999). El solapamiento entre *M. eburnea* y *T. angustula* para fuentes de miel fue alto (0,5), lo cual no necesariamente indica competencia, esto depende de sus estrategias de forrajeo. Ambas especies son forrajedoras no agresivas (Biesmeijer & Slaa 2004) lo que les permite compartir recursos, especialmente flores con masivas floraciones como *Myrcia spp.*. Para *M. eburnea* se espera además que por su tamaño tenga un radio de vuelo mayor que le permita ser más selectiva, mientras *T. angustula* debe aprovechar recursos más cercanos. (Roubik & Moreno 2000) Al respecto, en Panamá encontraron tres especies de abejas sin aguijón generalistas y a la vez especialistas, pues visitan cierta diversidad de las mismas plantas, pero cada especie muestra mayor proporción o preferencia por algunas de ellas, lo que sucede en este caso con *M. eburnea* y *T. angustula* con plantas como *Eucalyptus*, *Tibouchina longifolia*, y *Adenaria floribunda*, ver tabla 4.

Figura 6. Análisis de agrupamiento de las muestras de miel y polen según índice de similaridad de Jaccard.



Me: *Melipona eburnea*, Ta: *Tetragonisca angustula*, P: Polen, M: Miel

Espece	Región	Myrtaceae	Melastomataceae	Asteraceae	Euphorbiaceae	Fabaceae	Otras	Autores
<i>Melipona eburnea</i>	Cundinamarca, Col	X	X	X	X	X		Este trabajo
<i>Melipona eburnea</i>	Meta, Col	X	X					(Rodriguez-C & Nates-Parra 2005.).
<i>Melipona bicolor</i>	Brasil	X	X					(Wilms & Wiechers 1997)
<i>Melipona quadrifasciata</i>	Brasil	X	X					(Wilms & Wiechers 1997)
<i>Melipona quadrifasciata</i>	Brasil	X		X			Convolvulaceae	(Antonini <i>et al.</i> 2006).
<i>Melipona scutellaris</i>	Brasil	X				X		(Carvalho <i>et al.</i> 2001)
<i>Melipona mandacaia</i>	Brasil			X	X	X	Ancardiaceae	(Oliveira Alves <i>et al.</i> 2006).
<i>Melipona beechii</i>	Costa Rica			X		X	Tiliaceae, Simaroubaceae	(Biesmeijer <i>et al.</i> 1999).
<i>Melipona fasciata</i>	Costa Rica							(Biesmeijer <i>et al.</i> 1999).
<i>Tetragonisca angustula</i>	Cundinamarca, Col	X		X	X	X		Este trabajo
<i>Tetragonisca angustula</i>	Brasil	X		X	X	X	Rutaceae	(Braga <i>et al.</i> 2009)
<i>Tetragonisca angustula</i>	Brasil	X		X	X			(Iwama & Melhem 1979)
<i>Tetragonisca angustula</i>		X		X			Rutaceae	(Flores & Sanchez 2010).

Tabla 8. Familias más importantes encontradas en otros trabajos de análisis palinológico

En el caso de los recursos que proveen polen, se encontró una marcada separación del nicho, donde *M. eburnea* utilizó recursos que también constituyen fuentes de néctar como Tipo *Myrcia*, *Eucalyptus* y *Tibouchina longifolia*, mientras que *T. angustula* utilizó en su mayoría como fuentes de polen plantas no productoras de néctar, típicamente anemófilas como *Piper aduncum*, *Acalypha macrostachya*, *Cecropia* y *Myrsine coriaceae*. Esto determina una amplia diferencia en las preferencias florales para la obtención de fuentes de polen, lo que también requiere revisar las diferentes estrategias de forrajeo de estas abejas.

En *Melipona* la comunicación para el reclutamiento de forrajeras se da especialmente con señales auditivas (sonidos al interior del nido) y con movimientos (vibraciones y contacto físico) (Nieh, 2004), con lo cual se ha demostrado pueden llegar a comunicar distancia, dirección y altura del recurso, como se encontró en *Melipona panamica* (Nieh & Roubik, 1995), mientras que en *T. angustula* como en la mayoría de especies de la tribu Trigonini, el reclutamiento está dado por señales olfativas que estas abejas dejan sobre las flores (Nieh, 2004). Esta diferencia tan relevante puede influenciar en esta marcada separación del nicho de polen, pues al ser las marcas olfativas la principal herramienta para encontrar un recurso en *T. angustula*, esto le puede permitir encontrar más fácilmente flores anemófilas visitadas previamente por sus compañeras, las cuales usualmente no presentan color, olor o perianto llamativo. En este caso *T. angustula* podría estar prefiriendo plantas con polen abundante y accesible, a pesar de su posibles bajos niveles de proteína, teoría que actualmente está siendo rebatida (Roulston *et al.*, 2000).

Además se ha encontrado que *T. angustula* no es capaz de distinguir entre marcas dejadas en las flores por abejas de la misma especie pero de otra colonia (Biesmeijer & Slaa, 2004), lo que puede favorecer aún más el hallar este tipo de plantas en el campo, debido a que habría una mayor cantidad de marcas disponibles en el ambiente.

En el caso de *M. eburnea* encontramos dos características relevantes para su comportamiento de forrajeo, la primera es su capacidad de realizar polinización por vibración, lo cual le permite acceder a polen de anteras poricidas como las de la familia Melastomataceae, donde puede existir una relación de coevolución debido a que se ha encontrado que plantas con este síndrome tienen un polen con mayor contenido de proteína (Roulston *et al.*, 2000). Y segundo la ya reconocida preferencia de este género

por árboles de floración en masa como lo son típicamente los árboles de la familia Myrtaceae y Melastomataceae (Ramalho, 2004).

La amplitud de nicho fue mayor en comparación a una revisión realizada en Brasil para diferentes especies de abejas sin aguijón, donde se presentan datos con el índice de Shannon entre 0,26 y 0,59 para evaluaciones hechas a partir de observaciones en campo de visitas florales (Biesmeijer & Slaa 2006), lo que puede ocurrir porque las observaciones directas no permiten conocer un amplio espectro de plantas visitadas. Otro trabajo realizado con análisis palinológicos para *Melipona marginata* (Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca, 1987), presentó índices entre 0,2 a 1,6 para polen y 0,4 a 2,3 para miel, lo cual sigue siendo menor en comparación a este estudio, que varió entre 0,60 a 2,22 para polen y 1,7 a 3,1 para miel, con base en esto, a pesar de que la zona de estudio es altamente intervenida parece ofrecer una buena cantidad de recursos para las abejas sin aguijón.

## 2.4 Conclusiones:

No se encontraron diferencias en la amplitud de nicho entre *T. angustula* y *M. eburnea*. Sin embargo si difieren en la forma como usan los recursos. Para el nicho de polen se presenta una clara separación, donde *M. eburnea* aprovecha las mismas plantas que le proveen néctar mientras *T. angustula* visita plantas típicamente anemófilas. En el nicho de néctar, existe un alto solapamiento en el uso de los recursos, el cual puede no estar indicando competencia, pues a pesar de utilizar las mismas especies de plantas, lo hacen en distinta proporción. Estos resultados permiten conocer las plantas de las cuales se están alimentando estas especies de abejas a nivel local, la dinámica de uso y entender algunas de las características de forrajeo de estas abejas, las cuales no son solo producto de la oferta ambiental, sino de las preferencias innatas de estas especies.

## 2.5 Bibliografía:

**Antonini, Y., Costa, R.G. & Martins, R.P.**, 2006. Floral preferences of a neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Apidae: Meliponina) in an urban forest fragment. Brazilian journal of biology, 66(2A), pp.463-71.

**Biesmeijer, J., Smeets, M., Richter, J. & Sommeijer, M.** 1999. Nectar foraging by stingless bees in Costa Rica: botanical and climatological influences on sugar concentration of nectar collected by *Melipona*. Apidologie, 30(1), pp.43-55.

**Biesmeijer, J. & Slaa, E.J.**, 2004. Information flow and organization of stingless bee foraging. Apidologie, 35(2), pp.143-157.

**Biesmeijer, J. & Slaa, E J**, 2006. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. Apidologie, 37, pp.240-258

**Braga, J., Nunes, R., Neto, J., Conde, M., Sales, E., Barth, O., & Lorenzon, M.** 2009. Floral Sources and Pollen Morphology of *Tetragonisca Angustula* (Apidae: Meliponina) in Fragments of Atlantic Rain Forest Vegetation, in Southeastern Brazil. Disponible en: Apimondia.org.

**Camargo, J.M.F. & Pedro, S.R.M.**, 2008. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs).Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. Disponible en: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>.

**Carvalho, C.A., Moreti A.C., Marchini, L.C., Alves, R.M. y Oliveira, P.C.** 2001. Pollen spectrum of honey of "uruçu" bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811). Brazilian journal of biology, 61(1), pp.63-7.

**Cody, M.L.**, 1974. Competition and the structure of bird communities. Monographs in Population Biology, 7, pp.1-318.

**Colwell, R.K. & Fuentes, E.R.**, 1975. Experimental Studies of the Niche. Annual Review of Ecology and Systematics, 6(1), pp.281-310.

**Eltz, T., Brühl, C.A., Van Der Kaars, S., Chey, V.K. & Linsenmair, K.E.** 2001. Pollen foraging and resource partitioning of stingless bees in relation to flowering dynamics in a Southeast Asian tropical rainforest. Insectes Sociaux, 48(3), pp.273-279.

**Etter, A.**, 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia 1998.

**Flores, F. & Sanchez, A.C.**, 2010. Primeros resultados de la caracterización botánica de mieles producidas por *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae) en los naranjos, Salta, Argentina. Boletín Sociedad Argentina de Botánica, 45, pp.81-91.

**IDEAM**, 2010a. Boletín informativo sobre el monitoreo del fenómeno de “el niño,” Colombia.

**IDEAM**, 2010c. Valores Totales mensuales de precipitación (mms), Fusagasuga, Cundinamarca Estación 2119512. 1991-2009. Disponible en Sistema Nacional de Información ambiental

**Iwama, S. & Melhem, T.S.**, 1979. the Pollen Spectrum of the Honey of *Tetragonisca Angustula Angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae). Apidologie, 10(3), pp.275-295.

Kleinert-Giovannini, A. & Imperatriz-Fonseca, V.L., 1987. Aspects of the trophic niche of *Melipona marginata marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). Apidologie, 18(1), pp.69-100.

**Moreno, C.**, 2001. Metodos para medir la biodiversidad, M & T - Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Pp. 232.

**Nagamitsu, T. & Inoue, T.**, 2002a. Floral Resource Utilization by Stingless Bees ( Apidae, Meliponini). D. W. Roubik, S. Sakai, & A. A. H. Karim, eds. Pollination ecology and the rain forest, (Roubik 1989), p.73–88.

**Nagamitsu, T. & Inoue, T.**, 2002b. Foraging activity and pollen diets of subterranean stingless bee colonies in response to general flowering in Sarawak, Malaysia. *Apidologie*, 33, p.303–314.

**Nates-Parra, G.**, 2001. Las Abejas sin Aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2(3), pp.233-248.

**Nieh, J.C.**, 2004. Recruitment communication in stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Apidologie*, 35(2), pp.159-182.

**Nieh, J.C. & Roubik, D.W.**, 1995. A stingless bee (*Melipona panamica*) indicates food location without using a scent trail. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 37(1), pp.63-70.

Oliveira Alves, R., Lopes De Carvalho, C. & Almeida Souza, B., 2006. Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith 1863, (Hymenoptera: Apidae). *Act Sci Biol Sci Maring*, 28(1), pp.65-70.

**Oliveira, R.D.C., Franco Nunes, F., Sorraggi, A.P., Vasconcelos, S.M., Roubik, D., Goulart, L.R. & Kerr, W.** 2004. Genetic divergence in *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera, Meliponinae, Trigonini) based on rapd markers. *Genetics and Molecular Biology*, 27(2), pp.181-186. Rosana de Cássia Oliveira

**Pielou, E.C.**, 1977. *Mathematical Ecology*, John Wiley & Sons. Pp.237

**Ramalho, M., Kleinert-Giovannini, A. & Imperatriz-Fonseca, V.L.**, 1990. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie*, 21, pp.469-488.

**Ramalho, M.**, 2004. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta botanica brasileira*, 18(1), pp.37-47.

**Ramalho, M., Kleinert-Giovannini, A. & Imperatriz-Fonseca, V.L.**, 1989. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae) : floral preferences. *Apidologie*, 20, p.185 / 195.

**Ramalho, M., Silva, M. & Carvalho, E.,** 2007. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. Neotropical Entomology, 36(1), pp.38-45.

**Rodriguez-C, A. & Nates-Parra, G.,** 2005. Forrajeo de polen por obreras de *Melipona eburnea* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) en una zona rural del piedemonte llanero, (Acacias - Meta- Colombia).

**Roubik, D.W. & Moreno, J.E.,** 2000. Generalization and specialization by stingless bees. In International Bee Research Association, pp. 112-118.

**Roulston, T.H., Cane, J.H. & Buchmann, S.L.,** 2000. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? Ecological Monographs, 70(4), pp.617-643.

**Schoener, T.W.,** 1974. Resource partitioning in ecological communities. Science, 185(4145), pp.27-39.

**Schoener, T.W.,** 1968. The Anolis lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. Ecology, 49(4), pp.704-726.

**Shannon, C.E. & Weaver, W.,** 1949. The Mathematical Theory of Communication C. Shannon & W. Weaver, eds., University of Illinois Press.

**Simpson, E.H.,** 1949. Measurement of diversity. Nature, 163(4148), p.688.

**Vidal, M. & Ramírez, N.,** 2005. Especificidad y nicho de polinización de especies de plantas de un bosque deciduo secundario. Ecotrópicos, 18(2), pp.73-88.

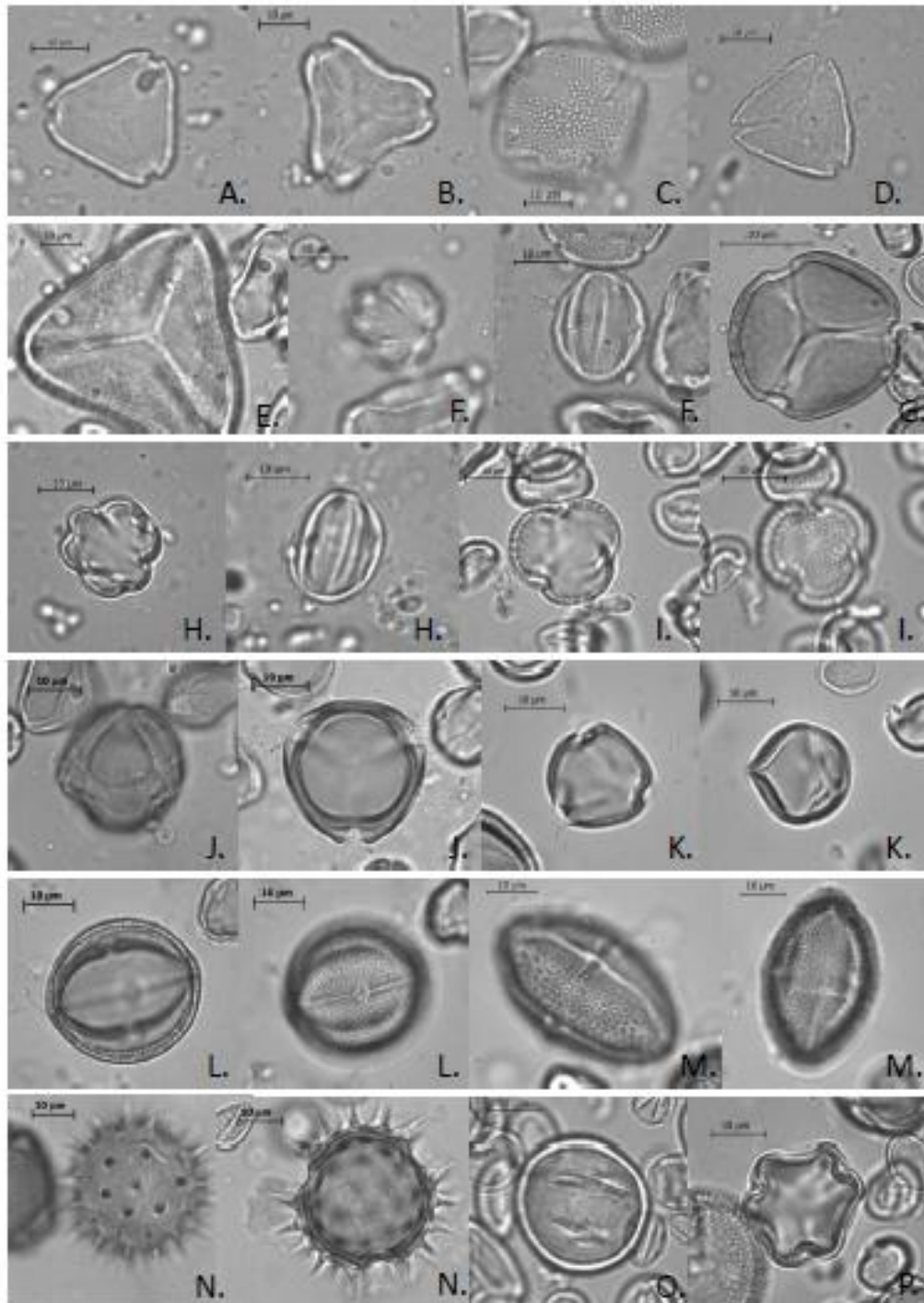
**Wilms, W. & Wiechers, B.,** 1997. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. Apidologie, 28(6), pp.339-355.

## 3.Recomendaciones

### 3.1 Recomendaciones

- Los resultados de este trabajo aportan información para el desarrollo de estrategias de conservación de estas especies de abejas, por tanto se espera que se desarrollen programas de conservación y propagación de las especies vegetales de las cuales depende su dieta.
- Se recomienda realizar estudios de uso de estas especies de abejas en polinización de cultivos que concuerden con sus preferencias florales, sin embargo paralelamente se debe trabajar en optimizar la cria y manejo.
- Próximos análisis de nicho trófico pueden incluir muestras de *Apis mellifera*, para ver el grado de solapamiento de las dietas de esta especie invasora con las abejas nativas
- Se recomienda realizar experimentos puntuales de preferencias florales probando hipótesis en relación a las estrategias de forrajeo, como por ejemplo determinar la razón de la preferencia de *Tetragonisca angustula* por plantas anemófilas como fuente de polen.

### Anexo A. Tipos polínicos más importantes encontrados en muestras de *Melipona eburnea*



A. Tipo *Myrcia*, B. *Eucalyptus globulus*, C. *Fraxinus chinensis*, D. *Psidium guajava*, E. Tipo *Astrocaryum*, F. *Tibouchina longifolia*, G. *Cassia grandis*, H. Tipo *Miconia*, I. *Muntingia calabura*, J. *Solanum aturense*, K. *Adenaria floribunda*, L. Tipo *Antigonon leptopus*, M. *Heliocarpus americanus*, N. *Steiractinia aspera*, O. *Myrsine coriaceae*, P. *Vitis tiliifolia*.

Anexo B. Listado de palinomorfos encontrados en muestras de miel y polen de *Tetragonisca angustula* (Ta) y *Melipona eburnea* (Me)

Especie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic				
<b>Acanthaceae</b>																
Tipo <i>Justicia</i>	Ta					M										
	Me	M							M			M				
<b>Actinidaceae</b>																
<i>Saurauia scabra</i>	Ta											M				
	Me	M	M/P	M		M			M			M/P				
<b>Amaranthaceae</b>																
<i>Iresine difusa*</i>	Ta		P	M												
	Me	M			M		M		M			M				
<b>Apiaceae</b>																
<i>Spananthe paniculata</i>	Ta	P		M		M/P	P		M			M				
	Me	M							M			M				
<b>Araliaceae</b>																
Tipo <i>Schefflera</i>	Ta	M/P		M		M/P						M				
	Me	M	M	M		M			M			M				
<b>Areaceae</b>																
Tipo <i>Astrocaryum*</i>	Ta					M						M/P				
	Me	M/P	P	M/P	P	P	M		M/P			M/P				
Tipo <i>Areaceae 1*</i>	Ta			P												
	Me	M			M		M		M			M				
Tipo <i>Areaceae 2*</i>	Ta			M								M				
	Me	M		M/P	P		M/P	M	M/P			M				
Tipo <i>Dyctiocarium*</i>	Ta					M						M				
	Me	M		P		M										
<b>Asteraceae</b>																
<i>Condylidium iresinoides</i>	Ta	M/P		M/P	P		M		M			M				
	Me	M			M			M	M			M				
Tipo <i>Baccharis</i>	Ta	P		P	P	M	P	P		P		M				
	Me	M	P				M	M	M			M				
<i>Vernonanthura brasiliiana</i>	Ta		P	M								M				
	Me	M	P	M	P		M		M			M				
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>D &gt;45</td> <td>S 16 - 45</td> <td>M &lt;16 -3</td> <td>m &lt;3</td> </tr> </table>													D >45	S 16 - 45	M <16 -3	m <3
D >45	S 16 - 45	M <16 -3	m <3													

Especie		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Asteraceae</b>													
Tipo Asteraceae 1	Ta	M					P						
	Me	M								M			
<i>Emilia sonchifolia</i>	Ta	P											P
	Me												M
Tipo Asteraceae 2	Ta	M/P											
	Me	M								M			
<i>Steiractinia aspera</i>	Ta	M	P										M
	Me	M	M/P	M			M	M		M			M
<i>Hypochaeris radicata</i>	Ta			M						M			
	Me	M		M				M		M			M
<i>Taraxacum officinale</i>	Ta												
	Me												M
<b>Bombacaceae</b>													
<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ta												
	Me												M
<b>Boraginaceae</b>													
<i>Heliotropium indicum</i>	Ta						P						
	Me	M		M						M			M
<i>Cordia alliodora</i>	Ta			M			M			M			
	Me	M		M						M			M
<i>Cordia spinescens</i>	Ta												
	Me	M	M	M						M			M
<b>Brassicaceae</b>													
<i>Brassica rapa</i>	Ta												
	Me	M		M						M			M
<b>Cecropiaceae</b>													
<i>Cecropia sp.*</i>	Ta	M/P	M/P	M/P	P		M/P	P		M			M/P
	Me	M	M	M			P			M			M
<b>Celastraceae</b>													
Tipo Celastraceae	Ta												
	Me												M
<div style="display: flex; justify-content: space-around; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <span>D &gt;45</span> <span>S 16 - 45</span> <span>M &lt;16 -3</span> <span>m &lt;3</span> </div>													

Especie		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Clusiaceae</b>													
Tipo <i>Clusia</i>	Ta						P						P
	Me												M
<i>Vismia baccifera</i>	Ta	M					M						M
	Me	M								M			M/P
<b>Cyperaceae</b>													
<i>Rhynchospora nervosa*</i>	Ta			P	P		P	P		P			
	Me												
<b>Elaeocarpaceae</b>													
<i>Muntingia calabura</i>	Ta	M/P	P	P	P								M
	Me												P
<b>Euphorbiaceae</b>													
<i>Acalypha macrostachya*</i>	Ta	M/P	M/P	M/P	P		M/P	P		M			M/P
	Me	M	M	M	P		M			M			M/P
<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Ta			M	P					M/P			P
	Me	M								M			M
<i>Croton leptostachyus</i>	Ta	M/P	M	M/P			P						M
	Me	M	M/P	M						M			M/P
<i>Adelia triloba</i>	Ta												M
	Me	M											M
<i>Ricinus comunis*</i>	Ta												M
	Me	M		M/P				M		M			
<i>Euphorbia cyathophora</i>	Ta												M
	Me												M
Tipo <i>Alchornea</i>	Ta	M	M										M
	Me	M	M	M						M			M
Tipo <i>Phyllanthus</i>	Ta	M		M			M						M
	Me	M						M		M			M
		D >45			S 16 - 45			M <16 -3			m <3		

Especie		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
<b>Fabaceae</b>														
<i>Senna spectabilis</i>	Ta													
	Me	M		M	P					M				
<i>Cassia grandis</i>	Ta													
	Me		P	P										
<i>Mimosa pudica</i>	Ta	M					P	P					M	
	Me		P										P	
Tipo <i>Acacia</i>	Ta			M						M				
	Me	M								M				
<i>Mimosa pigra</i>	Ta		M											
	Me	M	M	M/P						M			M	
Tipo <i>Inga</i>	Ta													
	Me			P									M	
<i>Aeschynomene americana</i>	Ta			P			P							
	Me													
Tipo <i>Erythrina</i>	Ta	P								P				
	Me	M	M	M						M			M	
<i>Trifolium repens</i>	Ta	P												
	Me	M						M		M			M	
<i>Trifolium pratense</i>	Ta													
	Me	M								M				
<b>Indeterminado</b>														
Indeterminado 1	Ta	M	M/P	M			M						M	
	Me	M	M	M						M			M	
Indeterminado 2	Ta													
	Me	M	M	M						M				
Indeterminado 3	Ta		M										M	
	Me	M	M	M						M			M	
Indeterminado 4	Ta	M											M	
	Me	M								M			M	
Indeterminado 5	Ta						M						M	
	Me	M					M			M			M	
		D >45			S 16 - 45			M <16 -3		m <3				

Especie		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Indeterminado 6	Ta												M
	Me	M								M			
<b>Juglandaceae</b>													
<i>Juglans neotropica</i>	Ta												
	Me												M/P
<b>Lamiaceae</b>													
Tipo <i>Hyptis</i>	Ta	M		M						M			
	Me	M		M						M			M
<b>Loranthaceae</b>													
<i>Struthanthus subtilis</i>	Ta			P									M
	Me	M						M		M			M
<b>Lythraceae</b>													
<i>Adenaria floribunda</i>	Ta	M	P	M			M/P	P					M/P
	Me	M	P	M	M		M	M		M			
<b>Malvaceae</b>													
Tipo <i>Sida</i>	Ta		M										
	Me	M	M	M						M			M
<b>Melastomataceae</b>													
<i>Tibouchina longifolia</i>	Ta			M/P									M
	Me	M	M/P	M/P	M/P			M/P		M			M/P
Tipo <i>Miconia</i> *	Ta	M											M
	Me	M/P	M/P	M/P	M/P			M		M/P			M/P
<i>Miconia aeruginosa</i>	Ta			M									
	Me	M		M				M		M/P			M/P
<i>Clidemia hirta</i>	Ta		M	M									M
	Me	M	M	M				M		M			M
<b>Moraceae</b>													
Tipo Moraceae	Ta	M/P	M/P	P	P		M/P	P					
	Me	M	M	M	M			M		M			
<b>Myrsinaceae</b>													
<i>Myrsine coriaceae</i> *	Ta	M/P		M/P	P		M	P		M/P			M/P
	Me	M/P		M			M	M		M			M/P
		D >45			S 16 - 45			M <16 -3			m <3		

Especie		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Myrtaceae</b>													
<i>Eucaliptus globulus</i>	Ta	M	M	M			M			M/P			M/P
	Me	M/P	M/P	M/P	M/P		M/P	M/P		M/P			M/P
<i>Psidium guajava</i>	Ta			M/P			M/P						M
	Me	M/P	M/P	M/P	P		M/P	P		M/P			P
Tipo <i>Myrcia</i>	Ta	M/P	M/P	M/P			M/P	P		M/P			M/P
	Me	M/P	M/P	M/P	M/P		M/P	M/P		M/P			M/P
<i>Syzygium jambos</i>	Ta	M	M/P	M/P			M/P	P		P			M
	Me	M	M	M				P		M/P			
Tipo Myrtaceae	Ta									P			M
	Me	M/P			P			M					
<i>Eucalyptus aff. ficifolia</i>	Ta												
	Me		P	P									
<i>Callistemon viminalis</i>	Ta						P			P			
	Me							P					
Tipo <i>Callistemon</i>	Ta		M	M									M
	Me	M	M	M			M			M			M
<b>Oleaceae</b>													
<i>Fraxinus chinensis*</i>	Ta	M/P		M/P	P		M/P	P		M/P			M
	Me	M/P	M/P	M/P	M/P		M/P	M/P		M/P			M/P
<b>Pinaceae</b>													
Tipo <i>Pinus*</i>	Ta	M/P	P	P	P		P			P			M/P
	Me	M								M			M
<b>Piperaceae</b>													
<i>Piper aduncum*</i>	Ta	M/P	M/P	P	P		M/P	P		P			M/P
	Me	M	M	M						M			M
<b>Poaceae</b>													
Tipo Poaceae 1*	Ta			P			P						
	Me												M
Tipo Poaceae 2*	Ta												
	Me												M
				D >45		S 16 - 45		M <16 -3		m <3			

Especie		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Poaceae</b>													
Tipo Poaceae 3*	Ta												
	Me												M
<b>Poligonaceae</b>													
<i>Antigonon leptopus</i>	Ta												M
	Me	M		M						M			M
<b>Rubiaceae</b>													
<i>Condaminea corymbosa</i>	Ta						P						
	Me												M
Tipo Rubiaceae 1	Ta												
	Me												M
Tipo Rubiaceae 2	Ta												M
	Me												M
<i>Borreria remota</i>	Ta		M										
	Me	M	M	M	M			M		M			
<i>Coffea arabica</i>	Ta												
	Me	M			M			M		M			
<b>Rutaceae</b>													
Tipo Citrus	Ta	M/P		M/P	P		M/P			M			M/P
	Me	M	P	M	M			M		M			M/P
<b>Sapindaceae</b>													
Tipo Cupania	Ta	P	P	P			P						M
	Me	M	M	M	M/P		M	M		M			M
Tipo Serjania	Ta	M											M
	Me	M					M			M			M
<b>Solanaceae</b>													
<i>Capsicum annum var. aviculare</i>	Ta	P		M						M			
	Me	M		M						M			M
<i>Solanum aturense</i>	Ta		P	M						M			M
	Me	M	M/P	M/P			M			M			M/P
		D >45		S 16 - 45		M <16 -3		m <3					

Especie		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Tiliaceae</b>													
<i>Heliocarpus americanus</i>	Ta	M	M	M			M			M			M/P
	Me	M	M	M						M			M/P
<i>Triumfetta acuminata</i>	Ta												M
	Me	M								M			M
<b>Valerianaceae</b>													
Tipo <i>Valeriana crassifolia</i>	Ta												M
	Me												
<b>Verbenaceae</b>													
<i>Lantana fucata</i>	Ta	M		M/P			M			M			M
	Me	M						M		M			M
<i>Citharexylum karstenii</i>	Ta	P	P		P		P						P
	Me		P	P	P								P
<i>Lippia alba</i>	Ta												M
	Me												
<b>Viscaceae</b>													
<i>Phoradendron quadrangulare</i>	Ta	M	M/P	M			M			M			M
	Me	M	M	M	M		M	M		M			M
<b>Vitaceae</b>													
<i>Vitis tiliifolia</i>	Ta	M/P		M/P									M
	Me	M/P	M	M				M		M			
		D >45			S 16 - 45			M <16 -3			m <3		

Los colores indican la clase de frecuencia promedio en que fueron encontrados D: Dominante >45%, S: Secundario 16 - 45%, M: Menor importante <16 -3% y m: menor <3%, \* Plantas donde se reporta no produccion de néctar 1. Pertenece a la familia Malvaceae (APG II 2003)

