



Análisis de cargas polínicas de abejas en un agroecosistema palmero en la zona norte del Magdalena.

Daniel Felipe Alvarado Ospino

Universidad Magdalena

Facultad de ingeniería

Programa de Ingeniería Agronómica

Santa Marta, Colombia

2019



Análisis de cargas polínicas de abejas en un agroecosistema palmero en la zona norte del Magdalena.

Daniel Felipe Alvarado Ospino

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Agrónomo

Director (a):

I.A. PhD. Paula Andrea Sepúlveda Cano

Línea de Investigación:

Ecología de la polinización

Grupo de Investigación:

Fitotecnia del trópico

Universidad del Magdalena

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agronómica

Santa Marta, Colombia

2019

Nota de aceptación:

Aprobado por el Consejo de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Magdalena para optar al título de ingeniero agrónomo.

Jurado

Jurado

Santa Marta, ____ de ____ del _____

Dedicatoria

*A Dios, mi familia, mi padrino León, amigos,
profesores y compañeros de Universidad.*

DANIEL

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Magdalena por la financiación del proyecto

A la profesora Paula A. Sepúlveda por su apoyo y transmisión de conocimiento durante todo el trabajo.

A la doctora Claudia da Silva por su asesoría en la fase final del trabajo de investigación y la identificación de algunos tipos polínicos.

A Kevin Palmera por su ayuda durante la fase de laboratorio del proyecto.

A mis compañeros Luis y Obed por la ayuda en la organización de muestras.

Resumen

El cultivo de palma es una de las tres actividades agrícolas más importantes del departamento del Magdalena. Dada la crisis por la que están atravesando las abejas en todo el mundo, especialmente con la extensión de los monocultivos, se propuso un trabajo que permitiera reconocer las plantas que aportan recurso polínico como alimento de las abejas en el cultivo de palma y así promover su conservación en estos agroecosistemas. Se realizaron análisis palinológicos de las cargas polínicas de todas las abejas recolectadas durante ocho meses en la finca palmera C.I. Tequendama ubicada en Aracataca, Magdalena a $10^{\circ}32'55,3''N$ y $74^{\circ}10'56,8''O$. Teniendo en cuenta los resultados se hicieron análisis de interacciones abeja-planta, frecuencia y dominancia de los tipos polínicos presentes en las cargas de cada una de las especies de abejas. Se obtuvieron 38 tipos polínicos diferentes; las familias que aportaron una mayor diversidad de especies fueron: Fabaceae, Malvaceae, Asteraceae y Cucurbitaceae, encontrándose a las especies *Cucurbita* sp, *Spilanthes urens* y *Cucurbita máxima* como las más frecuentadas por diferentes especies de abejas y las especies *Spilanthes urens*, *Mikania micrantha* y *Elaeis guineensis* como las que aportan mayor cantidad de recurso polínico. Con este trabajo se realiza el primer aporte sobre especies de importancia para las abejas en este tipo de agroecosistema en el país.

Palabras clave: Caribe, flora melífera, polen, redes de interacción.

ABSTRACT

The cultivation of palm is one of the three most important agricultural activities in the department of Magdalena. Given the crisis that bees are going through all over the world, especially with the extension of monocultures, this work was proposed that allowed to recognize the plants that provide pollen resources as food for bees in the palm crop and

thus promote their conservation in these agroecosystems. Palynological analysis of the pollen loads of all the bees collected during seven months in the palm farm C.I. Tequendama located in Aracataca, Magdalena at 10°32'55.3" N and 74°10'56.8" W. Considering the results, analysis of bee-plants interactions, frequency and dominance of the pollen types present in the loads of each of the bee species were made. 38 different pollen types were obtained; the families that contributed a greater diversity of species were: Fabaceae, Malvaceae, Asteraceae and Cucurbitaceae, being the species *Cucurbita* sp, *Spilanthes urens* and *Cucurbita maximum* as the most frequented by different species of bees and the species *Spilanthes urens*, *Mikania micrantha* and *Elaeis guineensis* as those that provide the greatest amount of pollen resource. With this work the first contribution is made on species of importance for bees in this type of agroecosystem in the country.

Keywords: Caribbean, interaction networks, melitophilous, flowers, pollen.

Contenido

	Pág.
Resumen	VII
Contenido.....	IX
Lista de figuras	X
Lista de tablas.....	XI
Introducción.....	1
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	4
1. Análisis palinológico de las cargas polínicas de las abejas presentes en un agroecosistema palmero.....	5
1.1 Materiales y métodos	5
1.1.1 Área de estudio	5
1.1.2 Montaje de placas para microscopia óptica	6
1.1.3 Observación y determinación de cálculos.....	7
1.2 Resultados y Discusión	9
1.2.1 Especies de abejas analizadas.....	9
1.2.2 Familias botánicas en las cargas polínicas.....	11
1.2.3 Tipos polínicos.	13
1.2.4 Interacciones abeja-planta.....	17
1.2.5 Las abejas y sus cargas polínicas.	18
Conclusiones y recomendaciones	29
A. Anexo: Trabajos palinológicos realizados en <i>Apis mellifera</i>	30
B. Anexo: Fotomicrografías de tipos polínico más importantes.	31
C. Anexo: Porcentajes calculados a partir de los granos de polen contados y tabulados de las cargas.	33
1.3. Bibliografía.....	37

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa que muestra la ubicación de la finca C.I. Tequendama.....	6
Figura 2. Esquema de placas montadas con el polen de abejas.	7
Figura 3. Diversidad de especies de plantas por familia.	12
Figura 4. Diagrama de red de interacciones abeja-planta a partir de la frecuencia de tipos polínicos en cargas polínicas de abejas recolectadas en la finca C.I. Tequendama.	17
Figura 5. Diagrama de redes de interacción planta-abeja a partir de la abundancia acumulada.....	17
Figura 6. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en <i>Apis mellifera</i>	18
Figura 7. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en <i>Exomalopsis</i> sp.	19
Figura 8. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en <i>Ceratina</i> sp1.	20
Figura 9. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en <i>Ceratina</i> sp2	21
Figura 10. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en <i>Ceratina</i> sp3	21
Figura 11. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en <i>Ceratina</i> sp4	22
Figura 12. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en <i>Trigona fulviventris</i>	23
Figura 13. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en <i>Megachile</i> sp.	25
Figura 14. A. Amaranthaceae: <i>Alternanthera albotomentosa</i> , B. Arecaceae: <i>Elaeis guineensis</i> , C. Asteraceae: <i>Spilanthes urens</i> , D. Convolvulaceae: <i>Ipomoeae</i> sp., E-F. Cucurbitaceae: <i>Cucurbita máxima</i> , <i>Cucurbita</i> sp., G-H-I Fabaceae: Tipo Mimosoidae, <i>Senna obtusifolia</i> , <i>Vigna</i> sp., J-K Malvaceae: <i>Melochia pyramidata</i> , <i>Sida jamaicensis</i> , L. Talinaceae: <i>Talinum</i> sp.	31

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Especies de abejas encontradas en la finca C.I. Tequendama y número de tipos polínicos por especie de abeja.	9
Tabla 2. Listado de especies de plantas correspondientes a los tipos polínicos encontrados en las cargas de las abejas en C.I Tequendama y su frecuencia de ocurrencia.....	10
Tabla 3. Listado de especies de abejas y las clases de frecuencia de sus tipos polínicos encontrados en sus cargas.	13

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
D	Polen dominante
M	Polen menos importante
m	Polen menor
S	Polen secundario
+	Polen presente

Introducción

Las abejas pertenecen al orden Hymenoptera, al grupo de los Aculeata y a la superfamilia Apoidea, las cuales se caracterizan por tener una modificación del ovopositor de las hembras en un aguijón (Michener, 2007). Las abejas se diferencian de las avispas en fisiología, anatomía y especialmente en su comportamiento, como su hábito alimenticio (Gullan, 2014) debido a que estas dependen en su mayoría al polen y néctar que recolectan de las flores a excepción de un pequeño grupo del género *Trigona* que se caracterizan por ser carroñeras (Michener, 2007). Con respecto a su alimentación estos organismos tienen aparatos bucales especializados para la recolección y procesamiento de polen y néctar (Smith-Pardo Y Vélez, 2008). Además, poseen pelos finamente ramificados y estructuras especializadas en las tibias de las patas posteriores llamadas corbículas, las cuales sirven para el acarreo de los granos de polen (Delaplane & Mayer, 2000).

Las abejas son muy importantes por su papel en la polinización de las plantas con flores (Smith-Pardo y Vélez, 2008; Cane, 2008). González *et al.* (2005) de igual manera afirman que este grupo de insectos son de gran importancia económica para el hombre, debido que a muchos de los alimentos consumidos provienen de plantas que son polinizadas por las abejas en los agroecosistemas; en este sentido, Klein *et al.* (2006) evidenciaron que las abejas no son solo visitantes florales de la mayoría de las plantas, sino que actúan como verdaderos polinizadores de los 107 cultivos mundiales de uso humano directo. Reyes-Novelo *et al.* (2009) afirmaron que las abejas pueden ser usadas como bioindicadores debido a que cumplen todos los criterios que debe tener un grupo para ser usado para tal fin, por ejemplo, que su taxonomía sea bien conocida y que asegure una identificación confiable, lo que se ve reflejado en materiales bibliográficos como “The bees of the world” de Michener (2007); “Solitary bees” de Freitas y Pereira (2004) e “Hymenoptera of the world” de Goulet y Huber (1993). Así mismo, las abejas se consideran organismos trascendentales en la recuperación y mantenimiento de las comunidades vegetales en muchos ecosistemas (Michener, 2007), pero se requiere conocer cada una de las plantas que utiliza cada especie de abeja, y así diseñar planes para su manejo. Una de las estrategias para reconocer esta flora que usan las abejas, es el estudio de las cargas de polen que llevan en su cuerpo (Méndez *et al.* 2018).

Los estudios de cargas polínicas en abejas se han desarrollado en diferentes regiones geográficas. Por ejemplo, en climas templados varios investigadores han evaluado las cargas de abejas de diferentes especies, principalmente *Apis mellifera*, como De Sá-Otero *et al.* (2007); Hidalgo *et al.* (1990) y Montero & Tormo (1993) en España; Kron *et al.* (2014) y Moisan-Deserres *et al.* (2014) en Canadá; Marchand *et al.* (2015) y Pearce *et al.* (2012) en Estados Unidos; Mayer *et al.* (2012) en Bélgica; Garbuzov *et al.* (2014) y Free & Williams (1972) en Inglaterra. Así mismo, la mayoría de los trabajos sobre análisis de cargas polínicas adelantados para el continente americano, se han centrado en abejas de la especie *Apis mellifera* como se aprecia en el Anexo A. Estos trabajos muestran que esta especie de abeja es generalista y puede transportar entre 5 y 85 tipos polínicos, lo que demuestra que aprovechan diferentes especies de plantas para su alimentación.

En Colombia hay muy pocos trabajos en análisis de cargas polínicas. Por ejemplo, Aguilar y Smith (2008 y 2009) analizaron las cargas polínicas de visitantes florales de *Aspilota tenella* y *Mimosa pigra* en el departamento de Antioquia. De igual forma, Girón (1995) y Salamanca *et al.* (2014) enfocaron sus estudios en análisis corbiculares en la especie de abeja *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia y en cuatro zonas biogeográficas de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Quindío y Tolima. Así mismo Sepúlveda-Cano (2013) analizó las cargas polínicas de abejas visitantes florales de cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el departamento de Antioquia. Del mismo modo, Pinilla-Gallego (2016) registró 169 tipos polínicos en las cargas de *Thygater aethiops* y reconoció a *Ulex europeus* como el tipo polínico dominante en Bogotá. Estos análisis palinológicos también se han realizado en otros grupos de insectos como dípteros, coleópteros y lepidópteros (Gretchen, 2012). Por ejemplo, Tobar-L. *et al.* (2001) analizaron las cargas polínicas provenientes de la probóscide y los ojos de mariposas diurnas de la parte alta de la cuenca del Río Roble en el departamento del Quindío-Colombia.

Hoy en día se habla de una inminente pérdida de la biodiversidad, la cual se debe en muchos casos a problemas generados por la intervención antrópica (Vázquez y Orozco, 2005); por ejemplo, la ampliación de la frontera agrícola, en donde se eliminan los ecosistemas silvestres para establecer monocultivos (López-Rojas, 2009). Uno de los monocultivos más importantes en el departamento del Magdalena es la palma de aceite, en donde se generan potenciales amenazas para los insectos polinizadores como la uniformidad floral, la cual les afecta por la poca oferta de recursos alimenticios debido a que todas las flores presentes tienen un periodo corto de floración sincronizado de pocas

semanas, lo que resulta poco para el total de polinizadores en un sitio determinado (Nicholls y Altieri, 2012). Por otra parte, la aplicación de plaguicidas es un gran problema en los monocultivos, por ejemplo, Stokstad (2007) reporta que bajas dosis de compuestos a base de nicotinoides interfieren en la capacidad de las abejas de retornar a sus nidos e incluso en altas dosis son capaces de matarlas. Sin embargo, uno de los principales problemas que afecta a las abejas es la erradicación de los arvenses del campo porque son los que dan sustento alimenticio a los polinizadores en los agroecosistemas (Richards, 2001).

Reconocer las plantas de las cuales se alimentan los polinizadores para cada zona en particular, permite tomar decisiones en el campo sobre la selección de arvenses en los cultivos y tomar medidas como la siembra de especies que estos organismos prefieren con el fin de promover su conservación en los agroecosistemas.

En este contexto, este proyecto busca responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las plantas usadas como recurso alimenticio por las abejas en un agroecosistema palmero del departamento del Magdalena?
- ¿Cuál es la variabilidad de escogencia floral de las abejas presentes?

Objetivo general

Determinar el origen botánico de las cargas polínicas de las abejas silvestres en un agroecosistema palmeros en la zona norte del departamento del Magdalena.

Objetivos específicos

- Reconocer los tipos polínicos de las abejas presentes en un agroecosistema palmero en la zona norte del departamento del Magdalena.
- Identificar las principales plantas visitadas por las abejas silvestres en un agroecosistema palmero en la zona norte del departamento del Magdalena.

1. Análisis palinológico de las cargas polínicas de las abejas presentes en un agroecosistema palmero.

Los granos de polen representan el gametofito masculino haploide de las plantas con semilla, el cual está envuelto por un esporodermo y un contenido celular, que consiste en dos o tres células y el tubo polínico, totalmente adaptados para ser transportados una vez son separados de la planta madre y cumplir con su función de transferir el material genético a las partes florales femeninas (Hesse *et al.* 2009)

El proceso de búsqueda de alimento de las abejas en las flores es llamado pecoreo o forrajeo, mediante el cual los granos de polen quedan adheridos a diferentes partes de su cuerpo (Montoya-Pfeiffer *et al.* 2014), gracias a adaptaciones anatómicas para el transporte del polen como la escopa y las corbículas (Thorp, 2000). Según Alves y Santos, (2014) las cargas polínicas de las abejas son “*los granos de polen colectados de las flores por las obreras y aglutinados con una mezcla de néctar y saliva*”. El estudio de las cargas polínicas delata el recorrido de las abejas en su actividad de forrajeo, debido a que cada planta produce un grano de polen único, que permite identificarlas y así conocer cuáles fueron las plantas visitadas y cuáles son sus hábitos de alimentación (Telleria Y Vossler, 2007). Los análisis palinológicos de abejas también son usados para evaluar los rangos de forrajeo de las colonias (Beil *et al.* 2008). Aguilar y Smith-Pardo (2009) afirman que el estudio palinológico de estas cargas nos da un mejor entendimiento entre las relaciones abeja-planta y ayuda a identificar la flora que sustenta a las comunidades de abejas en una región específica.

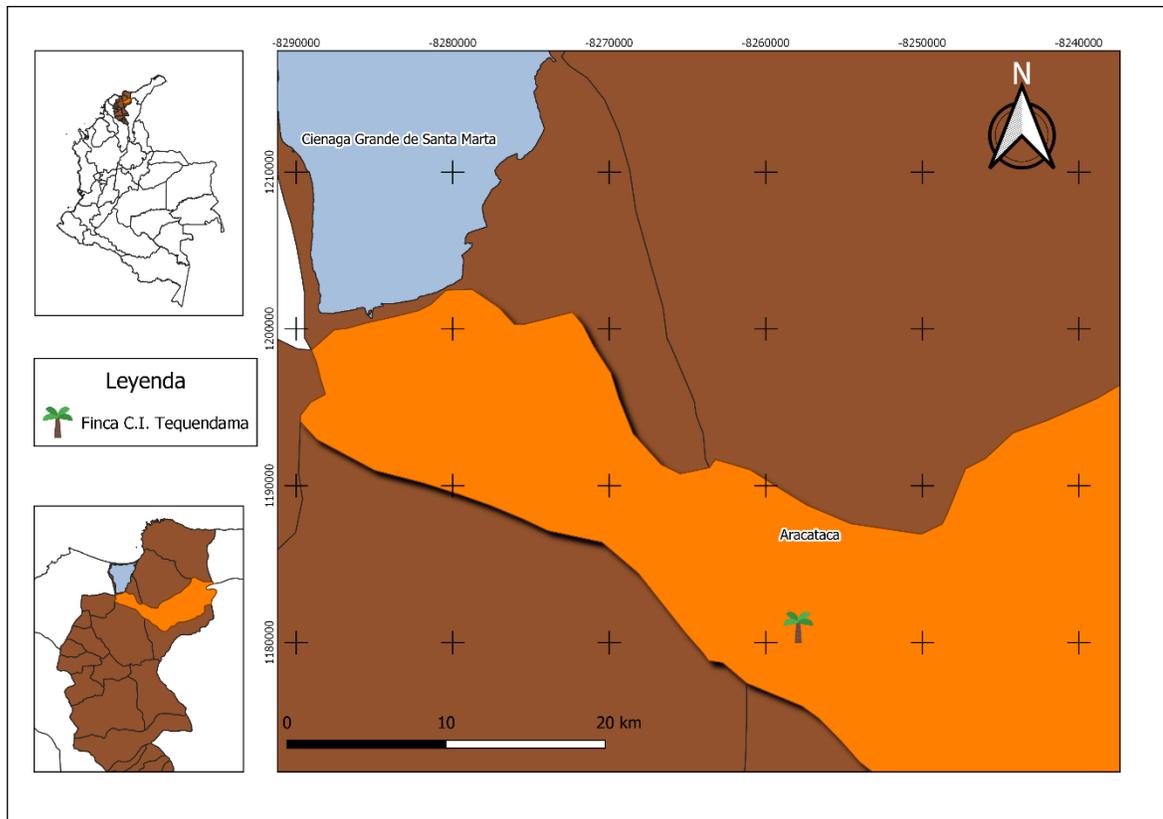
1.1 Materiales y métodos

1.1.1 Área de estudio

El análisis se realizó a partir de las abejas recolectadas en el proyecto “Determinación del potencial del agroecosistema palmero para el desarrollo de propuestas de apicultura de conservación” durante el 2016-2017 (ocho (8) meses de muestreo), realizado por investigadores de la Universidad del Magdalena en fincas palmeras. Cada abeja se había

almacenado individualmente en alcohol al 70% y en el Laboratorio de Entomología de la misma institución, se había separado el polen de su cuerpo como se describirá posteriormente. Del muestreo de abejas, se seleccionaron todas las muestras provenientes de la finca C.I. Tequendama (Aracataca) ubicada a $10^{\circ}32'55,3''N$ y $74^{\circ}10'56,8''O$, en el departamento del Magdalena (figura 1).

Figura 1. Mapa que muestra la ubicación de la finca C.I. Tequendama



1.1.2 Montaje de placas para microscopía óptica

Las abejas se sometieron a un proceso de limpieza para desprenderles sus cargas polínicas, estas se guardaron en tubos Eppendorf con alcohol al 70%, para ser sometidas a un procedimiento conocido como digestión de KOH posteriormente, con el fin de facilitar el reconocimiento de las características morfológicas de cada tipo polínico para su identificación, el cual se describe a continuación:

- a. Centrifugación de los granos de polen en alcohol al 70% por 5 minutos a 3000 rpm. Decantar.

- b. Agregar agua destilada al tubo, centrifugar por 5 minutos a 3000 rpm, Decantar.
- c. Aclaramiento adicionando hidróxido de potasio al 10%. Calentar al baño de maría durante 10 minutos, luego agitar y calentar 5 minutos más. Centrifugar 5 minutos a 3000 rpm. Decantar.
- d. Lavado adicionando agua destilada y dos gotas de alcohol etílico absoluto. Centrifugar 5 minutos a 3000 rpm. Decantar
- e. Repetir el paso d.
- f. Agregar agua glicerinada y calentar al baño de maría durante 10 minutos. Centrifugar durante 5 minutos a 3000 rpm. Decantar.
- g. Extraer el polen del tubo para obtener las muestras para las placas.

Al terminar este procedimiento se decantó el líquido sobrante y se extrajo el polen del tubo, donde se obtuvo una pequeña muestra del polen con una micropipeta de 10 microlitros, que se distribuyeron en dos portaobjetos con dos campos visuales cada uno. Los portaobjetos estaban previamente preparados con una pieza pequeña de gelatina glicerinada para recibir el polen y un aro de parafina para sellar la placa. Inmediatamente, la placa se selló con la ayuda de una plancha de calentamiento que derritió suavemente la parafina sometiéndola a calor y se colocó un cubreobjetos (figura 2).

Figura 2. Esquema de placas montadas con el polen de abejas.



1.1.3 Observación y determinación de cálculos

Las placas se observaron detalladamente en 40x y se examinaron tres transectos en cada campo visual. En cada transecto, se hizo un conteo con un contador manual de los granos de polen, separándolos por tipos polínicos. Cuando la cantidad de granos de polen total

en los tres transectos fue menor a 50 granos, se procedió a observar todo el campo visual de la muestra. Los tipos polínicos se identificaron por comparación con una palinoteca de referencia de la zona realizada por González y Tejeda (2018) que se encuentra depositada en el Centro de Colecciones Biológicas de la Universidad del Magdalena y con ayuda de las imágenes dispuestas en la Red de Catálogos Polínicos Online – RCPol. Se calculó la frecuencia de cada tipo de polen por especie abeja, denominándolo por Clases: polen predominante (>45%), polen secundario (16-45%), polen menos importante (3-15%), polen menor (1-3%) y (+ <1%) polen presente según la propuesta de Louveaux *et al.* (1978); así mismo, se determinó la Frecuencia de Ocurrencia de la planta en el total de cargas de las abejas designándola como planta muy frecuente (F) (>50%), frecuente (F) (20-50%), poco frecuente (PF) (3-15%) y rara (R) (<10%) según Jones & Bryant (1996).

Se realizó una red de interacción abeja-planta con dos variables: la frecuencia y la abundancia de cada tipo polínico. Este análisis se realizó en el programa R con el paquete estadístico bipartite y el siguiente script:

```
> require(bipartite)
```

```
> unima <- read.delim("unima.txt", row.names=1)
```

```
> unima
```

```
> plotweb(unima, method="normal", text.rot="90", labsize=1.8, col.low="cyan4",  
col.high="brown2", col.interaction="cornsilk4")
```

1.2 Resultados y Discusión

1.2.1 Especies de abejas analizadas.

Se analizó un total de 75 cargas polínicas distribuidas en 19 especies de abejas de las familias Apidae (8 géneros y 13 especies), Halictidae (4 géneros y 5 especies) y la familia Megachilidae (un género y una especie) (Tabla 1). Se registraron 38 tipos polínicos distribuidos en 16 familias de plantas, de los cuales 24 fueron identificados a especie, seis (6) a género, dos (2) a subfamilia, tres (3) a familia y tres (3) no pudieron ser determinados (Tabla 2).

Tabla 1. Especies de abejas encontradas en la finca C.I. Tequendama y número de tipos polínicos por especie de abeja.

FAMILIA	ESPECIE DE ABEJA	NUMERO DE TIPOS POLÍNICOS	ABREVIACIÓN
Apidae	<i>Ancyloscelis</i> sp. (n=2)	1	Ancysp
	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 (n=29)	7	Apimel
	<i>Centris</i> sp. (n=1)	4	Centsp
	<i>Ceratina</i> sp1 (n=1)	3	Cersp1
	<i>Ceratina</i> sp2 (n=3)	2	Cersp2
	<i>Ceratina</i> sp3 (n=3)	11	Cersp3
	<i>Ceratina</i> sp4 (n=1)	3	Cersp4
	<i>Exomalopsis</i> sp. (n=8)	11	Exomsp
	<i>Paratetrapedia</i> sp. (n=1)	4	Parasp
	<i>Thygater</i> sp. (n=1)	4	Thygs
	<i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1844 (n=9)	11	Triful
	<i>Trigona</i> (<i>Trigona</i>) sp. (n=2)	1	Trigsp
	<i>Xylocopa</i> sp. (n=1)	4	Xylosp
	Halictidae	<i>Augochlora</i> sp1 (n=2)	5
<i>Augochlora</i> sp2 (n=2)		2	Augsp2
<i>Augochloropsis</i> sp. (n=1)		2	Augsis
<i>Halictus ligatus</i> Say, 1837 (n=1)		2	Hallig
<i>Lasioglossum</i> sp (n=3)		4	Lasssp
Megachilidae	<i>Megachile</i> sp. (n=4)	7	Megasp

Tabla 2. Listado de especies de plantas correspondientes a los tipos polínicos encontrados en las cargas de las abejas en C.I Tequendama y su frecuencia de ocurrencia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FO% ¹	ABREVIACION
Aizoaceae	<i>Trianthema portulcastrum</i> L.	Araña de perro	R	Tripor
Amaranthaceae	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess	Abrojo blanco	PF	Altalb
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Palma africana	F	Elagui
Asteraceae	<i>Asteraceae</i> sp1		R	Aster1
	<i>Asteraceae</i> sp2		R	Aster2
	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Guaco blanco	R	Mikmic
	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Botón de plata, dormidera	F	Spiure
Caryophyllaceae	<i>Caryophyllaceae</i> sp1		R	Caryo1
Cleomaceae	<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Jardín del río	R	Clespi
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Suelda con suelda, canutillo	R	Comdif
	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan		R	Murnud
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp1	Campanita	F	Ipomsp
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Ahuyama	F	Cucmax
	<i>Cucurbita</i> sp.		F	Cucusp
	<i>Melothria pendula</i> L.	Pepinillo de monte	R	Melpen
	<i>Momordica charantia</i> L.	Balsamina	F	Momcha
Fabaceae	<i>Caesalpinoidae</i>		R	Caesal
	<i>Calopogonium caeruleum</i> (Benth.) Sauvalle		R	Calcae
	<i>Centrosema</i> sp.		R	Centsp
	<i>Chamaecrista</i> sp.		R	Chamsp
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormidera	R	Mimpud

¹ Frecuencia de ocurrencia: Se considera planta muy frecuente (MF) (>50%), frecuente (F) (20-50%), poco frecuente (PF) (3-15%) y raro (R) (<10%).

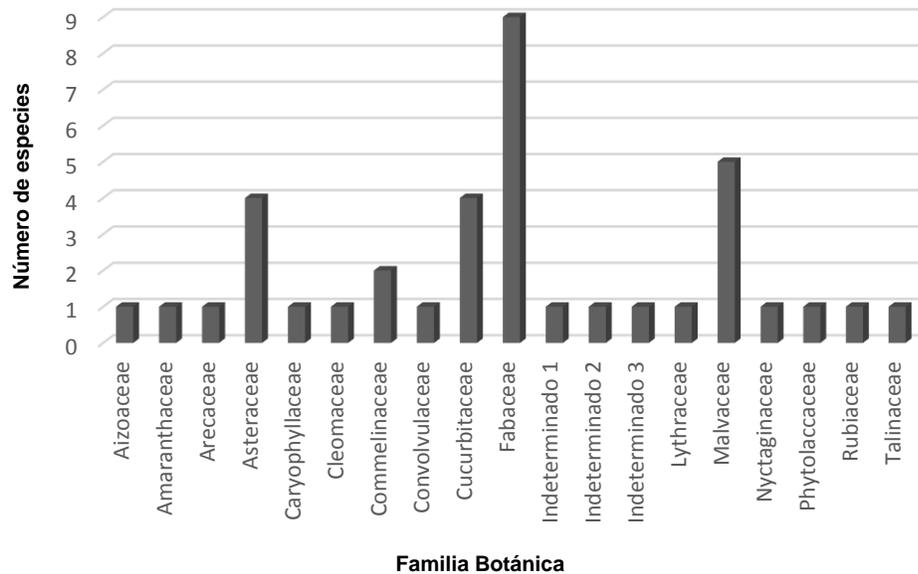
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR	FO% ¹	ABREVIACION
	<i>Mimosoidae</i>		PF	Mimoso
	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Kudzu	R	Puepha
	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Bicho macho	F	Senobt
	<i>Vigna</i> sp.	Platanillo	PF	Vignsp
Indeterminado	Tipo 1.		R	Tipop1
	Tipo 2		R	Tipop2
	Tipo 3		R	Tipop3
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr.		R	Cupcar
Malvaceae	<i>Corchorus aestuans</i> L.		R	Coraes
	<i>Melochia parvifolia</i> Kunth	Escoba blanca	R	Melpar
	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Escoba	PF	Melpyr
	<i>Sida jamaicensis</i> L.	Escoba dura	PF	Sidjam
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escoba amarilla	R	Sidrho
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.		R	Boeere
Phytolaccaceae	<i>Microtea debilis</i> Sw.		PF	Micdeb
Rubiaceae	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.		PF	Mithir
Talinaceae	<i>Talinum</i> sp.	Verdolaga montaña	F	Talisp

1.2.2 Familias botánicas en las cargas polínicas.

Las familias más diversas fueron Fabaceae (9 especies), Malvaceae (5), Cucurbitaceae (4) y Asteraceae (4) (Figura 3). La familia Fabaceae fue la que aportó mayor cantidad de tipos polínicos y son muchos trabajos los que confirman la importancia de esta familia como un recurso importante para las abejas. En la Sierra Nevada de Santa Marta (Leon, 2014) y en otras partes del mundo (Alves & dos Santos, 2018; Salamanca *et al.*, 2014; Bogota *et al.*, 2001). Otras familias de gran importancia para las abejas en los ecosistemas palmeros fueron Malvaceae (cinco tipos polínicos) y Asteraceae (cuatro tipos polínicos) mostrando también importancia apícola como la presentada en el trabajo de Basilio (2000) y Cucurbitaceae lo cual fue la familia más frecuentadas por distintas especies de abejas

(figura 4), representa un recurso alternativo para las especies de abejas, debido a que en la mayoría de los casos estuvo presente en muy pocas cantidades.

Figura 3. Diversidad de especies de plantas por familia.



La familia Asteraceae fue la más abundante en el total de los individuos analizados, especialmente *Spilanthes urens* seguido de *Mikania michranta* (figura 5), además de esto *S. urens* también es una de la más frecuentadas por las abejas silvestres encontrándose en nueve de 19 especies examinadas, el cual se presenta en varias especies de abejas como un tipo polínico dominante y que podría sobrevalorarse, pero la preferencia marcada de esta planta por las abejas confirma como una planta de importancia apícola, estos resultados se acercan a los resultados de Graenicher (1935), el cual encontró asociada a la familia Asteraceae en más de la mitad de las abejas oligolepticas silvestres en una localidad de Wisconsin. Esta preferencia de las abejas por esta familia podría explicarse con que estas plantas representan una alta recompensa de polen y néctar, se encuentran en floración por largos periodos de tiempo, presentan una gran abundancia y se pueden encontrar en muchos hábitats diferentes lo que podría explicar su atractivo para las abejas (Muller & Bansac, 2004)

1.2.3 Tipos polínicos.

Se encontraron 4.6 tipos polínicos en promedio por especie de abeja, con una mayor diversidad en las especies de abeja *Ceratina* sp3, *Exomalopsis* sp., *Trigona fulviventris*, *Apis mellifera* y *Megachile* sp. Además, se puede evidenciar en el diagrama de redes de interacciones (Figura 4) que las especies de plantas *Cucurbita* sp, *Spilanthus urens*, *Cucurbita maxima*, *Momordica charantia* y *Talinum* sp. fueron las más usadas por las abejas evaluadas. Las siglas correspondientes a cada especie de abeja y planta de la red de interacciones se encuentran referenciadas en las Tablas 1 y 2. Dada la complejidad de las interacciones, se analizarán por cada especie de abeja.

Tabla 3. Listado de especies de abejas y las clases de frecuencia de sus tipos polínicos encontrados en sus cargas.

ESPECIE DE ABEJA	CLASES DE FRECUENCIA ²	ESPECIE PLANTA/ TIPO POLÍNICO	FAMILIA
Apidae			
<i>Ancyloscelis</i> sp.	D	Caryophyllaceae	Caryophyllaceae
	D	<i>Spilanthus urens</i> Jacq.	Asteraceae
	+	Mimosoidae	Fabaceae
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	M	<i>Cucurbita</i> sp.	Cucurbitaceae
	M	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae
	M	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Cucurbitaceae
	M	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae
	S	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Asteraceae
	S	<i>Spilanthus urens</i> Jacq.	Asteraceae
	M	Mimosoidae	Fabaceae
<i>Centris</i> sp.	S	Tipo 1	Indeterminado 1
	S	Tipo 2	Indeterminado 2

²Clases de Frecuencia: polen predominante (D>45%), polen secundario S (16-45%), polen menos importante M (3-15%), polen menor m (1-3%) Y (+ <1%) polen presente

ESPECIE DE ABEJA	CLASES DE FRECUENCIA ²	ESPECIE PLANTA/ TIPO POLÍNICO	FAMILIA	
<i>Ceratina</i> sp1	D	<i>Sida jamaicensis</i> L.	Malvaceae	
	M	<i>Microtea debilis</i> Sw.	Phytolaccaceae	
	S	<i>Corchorus aestuans</i> L.	Malvaceae	
<i>Ceratina</i> sp2	D	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Malvaceae	
	M	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	
<i>Ceratina</i> sp3	M	Caesalpinoideae	Fabaceae	
	S	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Asteraceae	
	S	Asteraceae 1	Asteraceae	
	M	<i>Cucurbita</i> sp	Cucurbitaceae	
	m	<i>Vigna</i> sp	Fabaceae	
	M	<i>Calopogonium caeruleum</i> (Benth.) Sauvalle	Fabaceae	
	+	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess	Amaranthaceae	
	m	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	
	m	<i>Talinum</i> sp.	Portulacaceae	
	M	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan	Commelinaceae	
	m	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Commelinaceae	
	<i>Ceratina</i> sp4	D	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Asteraceae
		S	<i>Cucurbita</i> sp	Cucurbitaceae
S		<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Cucurbitaceae	
<i>Exomalopsis</i> sp.	S	Asteraceae 2	Asteraceae	
	m	<i>Sida jamaicensis</i> L.	Malvaceae	
	m	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	
	m	<i>Talinum</i> sp.	Portulacaceae	
	M	<i>Chamaecrista</i> sp.	Fabaceae	
	M	<i>Melothria pendula</i> L.	Cucurbitaceae	
	m	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Cucurbitaceae	
	M	<i>Cucurbita</i> sp.	Cucurbitaceae	
	m	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	
	S	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Asteraceae	
	m	<i>Melochia parvifolia</i> Kunth	Malvaceae	

ESPECIE DE ABEJA	CLASES DE FRECUENCIA ²	ESPECIE PLANTA/ TIPO POLÍNICO	FAMILIA
<i>Paratetrapedia</i> sp.	S	<i>Cucurbita</i> sp.	Cucurbitaceae
	M	<i>Talinum</i> sp.	Portulacaceae
	S	<i>Ipomoea</i> sp1	Convolvulaceae
	M	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Cucurbitaceae
<i>Thygater</i> sp.	D	<i>Sida jamaicensis</i> L.	Malvaceae
	S	<i>Talinum</i> sp.	Portulacaceae
	S	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae
	M	<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Cleomaceae
<i>Trigona</i> <i>Fulviventris</i> Guérin, 1844	S	<i>Cucurbita</i> sp.	Cucurbitaceae
	M	<i>Centrosema</i> sp.	Fabaceae
	m	<i>Vigna</i> sp	Fabaceae
	S	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae
	m	<i>Ipomoea</i> sp1	Convolvulaceae
	m	<i>Talinum</i> sp.	Portulacaceae
	M	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Asteraceae
	+	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Cucurbitaceae
	M	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Aizoaceae
	M	Tipo 3	Indeterminado
<i>Trigona</i> (<i>trigona</i>) sp.	+	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	Rubiaceae
	D	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae
<i>Xylocopa</i> sp.	S	<i>Senna obtusifolia</i>	Fabaceae
	D	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr	Lythraceae
	+	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Nyctaginaceae
	+	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae
Haclictidae			
<i>Augochlora</i> sp1	m	<i>Vigna</i> sp	Fabaceae
	D	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Malvaceae
	m	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae
	M	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess	Amaranthaceae
	+	<i>Cucurbita</i> sp	Cucurbitaceae

ESPECIE DE ABEJA	CLASES DE FRECUENCIA ²	ESPECIE PLANTA/ TIPO POLÍNICO	FAMILIA
<i>Augochlora</i> sp2	m	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae
	D	<i>Ipomoea</i> sp1	Convolvulaceae
<i>Augochloropsis</i> sp.	+	<i>Ipomoea</i> sp1	Convolvulaceae
	D	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae
<i>Halictus ligatus</i> Say, 1837	D	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Asteraceae
	M	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	Rubiaceae
	S	<i>Microtea debilis</i> Sw.	Phytolaccaceae
<i>Lasioglossum</i> sp	M	<i>Talinum</i> sp.	Portulacaceae
	D	<i>Cucurbita</i> sp	Cucurbitaceae
	M	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae
Megachilidae			
<i>Megachile</i> sp.	M	Mimosoidae	Fabaceae
	D	<i>Spilanthes urens</i> Jacq.	Asteraceae
	M	<i>Cucurbita</i> sp	Cucurbitaceae
	M	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae
	+	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Cucurbitaceae
	+	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae
	+	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae

1.2.4 Interacciones abeja-planta.

Figura 4. Diagrama de red de interacciones abeja-planta a partir de la frecuencia de tipos polínicos en cargas polínicas de abejas recolectadas en la finca C.I. Tequendama.

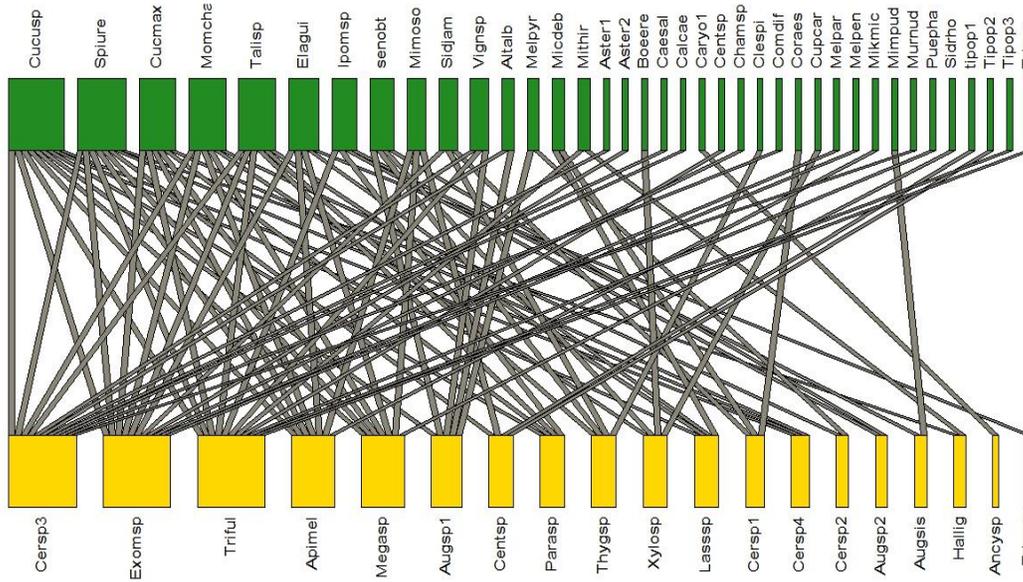
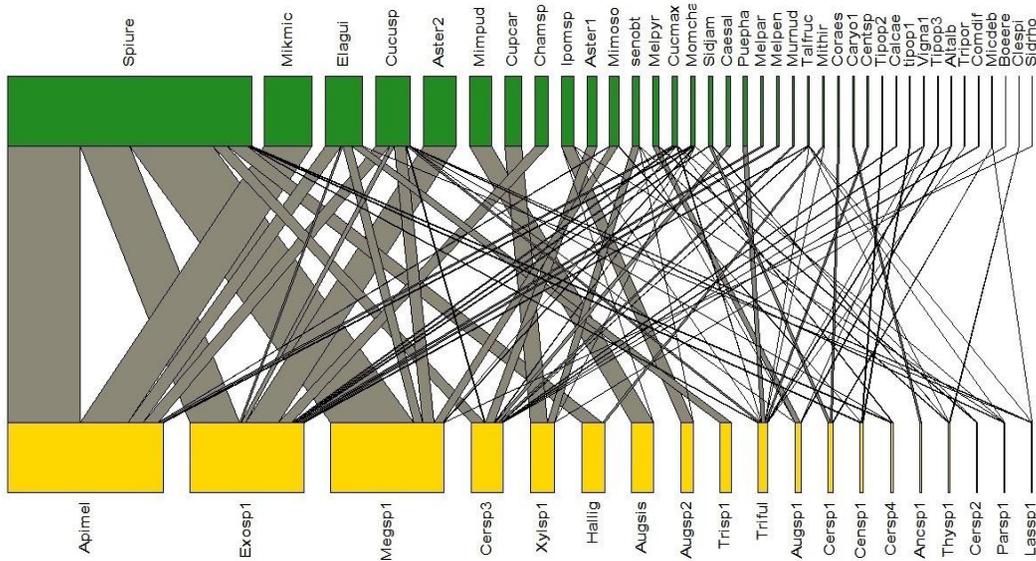


Figura 5. Diagrama de redes de interacción planta-abeja a partir de la abundancia acumulada.

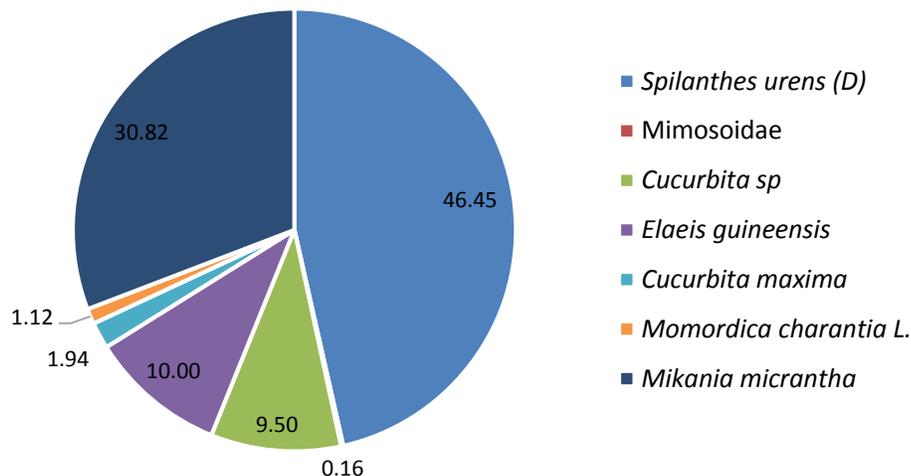


1.2.5 Las abejas y sus cargas polínicas.

Apis mellifera (Linnaeus, 1758)

Esta especie recolectó polen de diferentes recursos florales (siete), de los cuales tres (3) pertenecen a la familia Cucurbitaceae, siendo ésta la familia con más especies de plantas usadas por esta abeja; sin embargo, la mayor cantidad de polen en las cargas de *A. mellifera* correspondió a la familia Asteraceae (77.27%), *Spilanthus urens* que se consideró dominante y *Mikania micrantha* que se considera secundario (Figura 6). Es posible, que estas dos especies de Asteraceae estén ofreciendo una mayor cantidad de recurso para *A. mellifera* (mayor número de plantas en campo), dado que fue una de las más abundantes según la investigación de González y Tejeda (2018) en este tipo de agroecosistemas y a que Seeley (1989) documenta que la actividad de forrajeo de estas abejas actúa en respuesta a la abundancia de los recursos presentes. El restante de las cargas polínicas correspondió a otras cinco especies vegetales, con abundancias inferiores al 10% cada una (Tabla 3 y Figura 6). Estos resultados confirman lo evaluado por Cortapassi-Laurino & Ramalho (1988) quienes encontraron que en la mayoría de las cargas polínicas de *A. mellifera* no tienen porcentajes superiores al 10% de una sola planta, lo que se considera “recurso alimenticio alternativo” (figura 6) es decir, que esta especie de abeja recolecta poca cantidad de polen de varias especies de plantas, lo que coincide con autores que la consideran una especie generalista (Fewell & Page, 1993).

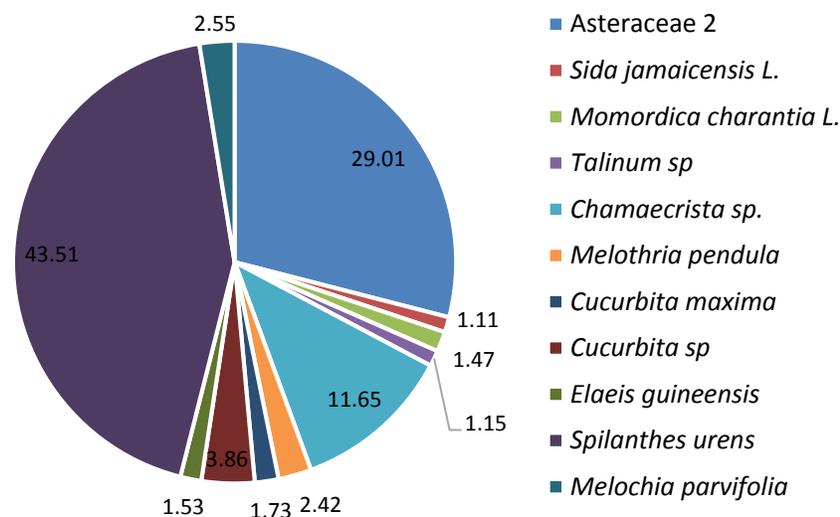
Figura 6. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en *Apis mellifera*.



***Exomalopsis* sp.**

Este género de abejas considerado como comunal o posiblemente semisocial (Michener, 1974) recolectó polen de diferentes recursos presentes en este tipo de agroecosistemas, presentándose una mayor abundancia de la familia Asteraceae (con los tipos polínicos de *Spilanthus urens* y Asteraceae tipo 2) y de la familia Fabaceae (con *Chamaecrista* sp.) (figura 7). Estos resultados concuerdan con el trabajo realizado por Raw (1976) en *E. globosa* y *E. similis* en Jamaica donde registró las familias Papilionaceae y Compositae, hoy en día Fabaceae y Asteraceae respectivamente, como las más abundantes recolectadas por estas especies de abejas. Además, se les encontró el tipo polínico *E. guineensis* (Arecaceae) que registra a *Exomalopsis* como visitante floral de la palma africana, aunque previamente Küchmeister *et al.* (1997) ya habían documentado a otras especies del género como visitantes de la palma *Euterpe precatoria* (Arecaceae) a través de sus cargas polínicas. Se debe tener en cuenta que las visitas de abejas en una flor no siempre lo convierten en un polinizador, y en el caso de los trabajos de Polatto *et al.* (2012), se documentó a *Exomalopsis* sp como ladrón de polen en *Sparattosperma leucanthum* (Bignoniaceae). En este sentido, se requieren otro tipo de trabajos que permitan esclarecer la relación de esta abeja como vector de polen de palma de aceite.

Figura 7. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en *Exomalopsis* sp.



***Ceratina* spp**

Se analizaron las cargas polínicas de cuatro morfotipos de *Ceratina*, en donde se registraron entre dos (2) y 11 tipos polínicos diferentes. En casi todas las especies se presentó al menos una planta dominante (Tabla 3), en dos de ellas correspondiente a una Malvaceae y en otra una Asteraceae (Figuras 8, 9 y 11); la especie de *Ceratina* restante no contó con especies de plantas dominantes en sus cargas. Estos resultados concuerdan con otros investigadores como Russo & Danforth (2017) quienes registraron en *C. calcarata* una abundancia en el tipo polínico de *Prunus* sp del 49%, y Kobayashi-Kidokoro & Higashi, (2010) quienes hallaron en *C. flavipes* una preferencia por *Rosa rugosa* y *R. parvifolius* en comparación a las otras especies recolectadas.

En términos generales, la familia con mayor cantidad de especies frecuentadas por el género *Ceratina* fue Cucurbitaceae, la cual se presentó en tres de los morfotipos presentes, con tres diferentes tipos polínicos (*Cucurbita* sp, *Cucurbita máxima* y *Momordica charantia*) pero en muy pocas cantidades (Figuras 9, 10 y 11 y Anexo C). Estas abejas en su gran mayoría son solitarias (Michener, 1990) y en algunos casos son capaces de formar colonias eusociales (Sakagami & Maeta, 1995); también son consideradas generalistas por las investigaciones de Kobayashi-Kidokoro & Higashi, (2010).

Figura 8. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en *Ceratina* sp1.

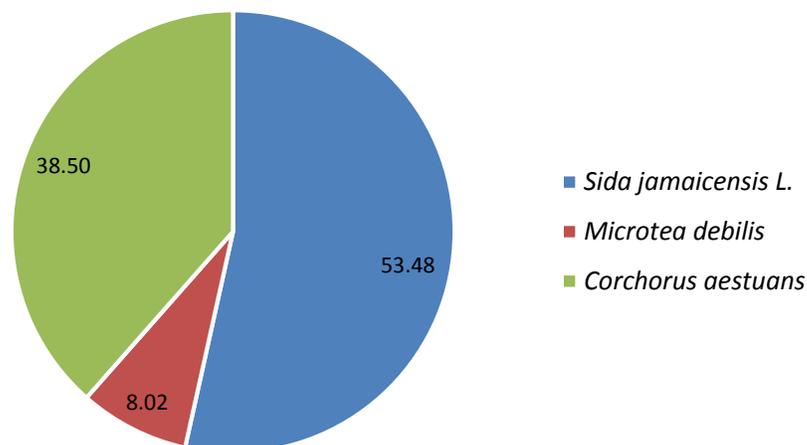


Figura 9. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en *Ceratina* sp2

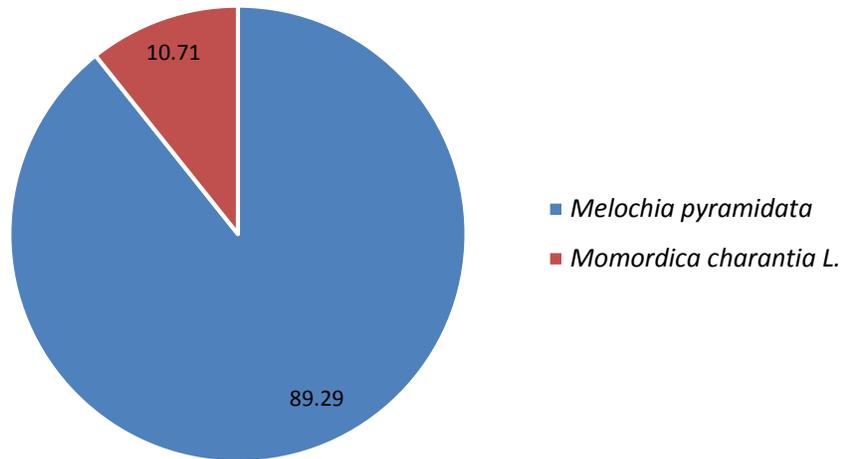


Figura 10. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en *Ceratina* sp3

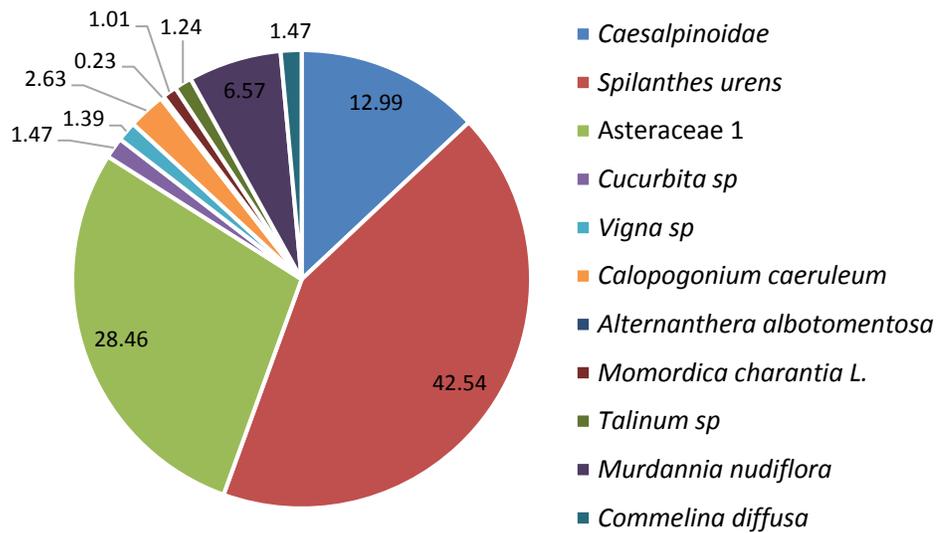
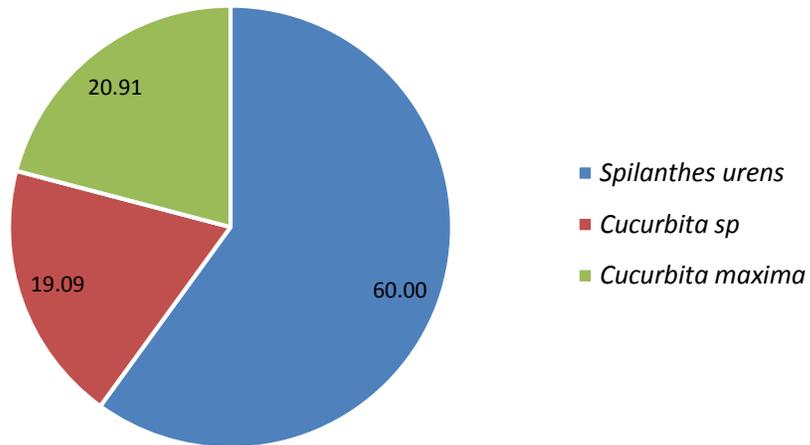


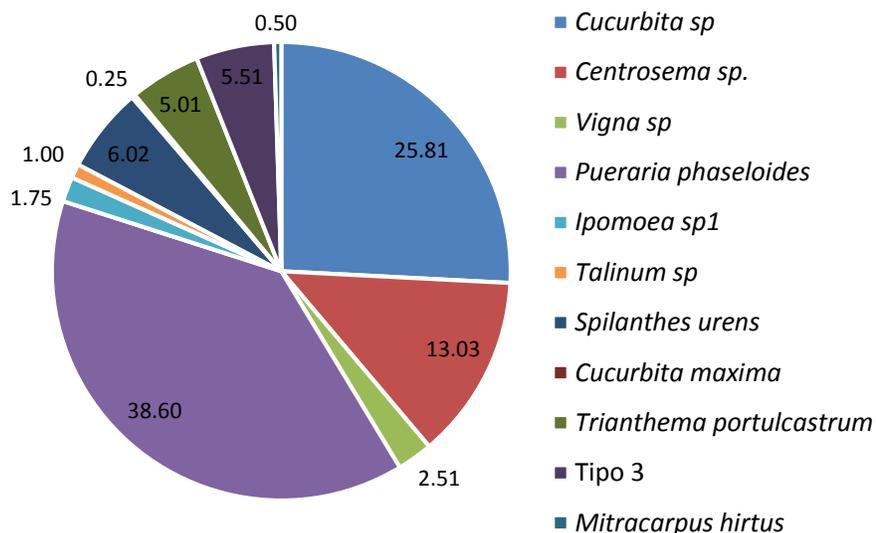
Figura 11. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en *Ceratina* sp4



***Trigona* spp.**

En este género se evaluaron dos especies: *Trigona fulviventris* (Guérin-Méneville, 1845) y *Trigona* sp. En cuanto a *T. fulviventris*, esta fue una de las especies donde más se encontró mayor variedad de tipos polínicos (11). Esto se puede explicar con que el comportamiento de abejas sociales está relacionado con la necesidad de recolectar mayor cantidad de recursos alimenticios (Roubik, 1989). En este trabajo, se encontró que *T. fulviventris* tuvo preferencia por la familia Fabaceae (Figura 12 y Tabla 3), además de la especie *Vigna* sp. Los únicos registros de análisis palinológico de esta especie están en el trabajo de Aguilar & Smith-Pardo (2008), quienes encontraron en *T. fulviventris* el tipo polínico de *Aspilota tenella* perteneciente a la familia Asteraceae como el tipo polínico dominante (95.25%).

Figura 12. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en *Trigona fulviventris*



Para el caso de *Trigona* sp. toda su carga polínica estaba compuesta por polen de palma africana (*Elaeis guineensis*), estos casos de especializaciones en una sola especie de planta como preferencia floral son muy raros y se les puede considerar especies monoléticas (Cane & Sipes, 2006), sin embargo, algunos autores expresan que la monolécía no puede ser diferenciada usando solo el análisis de cargas polínicas (Vossler, 2013) y aún menos en esta investigación en la que solo se analizaron dos individuos. Algunos trabajos realizados con este género de abejas como el de Marques-Souza *et al.* (1996) en *T. williana* demuestran su relación con *E. guineensis* e incluso con otras especies de palmas; de igual manera Cortopassi-Laurino & Ramalho (1988) analizaron el polen de *T. spinipes* y registraron otra palma del género *Archontophoenix* como una de las especies más importantes recolectadas y por último Roubik & Moreno (2009) registraron cinco especies de palma para *Trigona corvina* y dos de estas como dominantes, lo que demuestra la gran afinidad de estas especies de abejas con la familia Arecaceae.

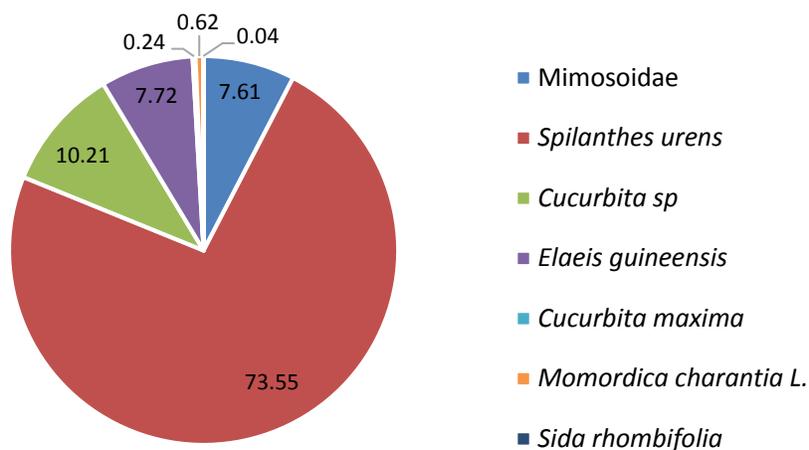
Sería importante analizar la interacción entre especies del género *Trigona* y la palma africana de una manera más profunda debido a que muchos trabajos de interacción planta-abeja registrados con este género, documentan un daño en la flor cuando recolectan el polen y así una declinación en el éxito reproductivo de las plantas visitadas (Tezuka y Maeta, 1995; Schlindwein *et al.* 2014; Rego *et al.* 2018).

***Megachile* sp.**

Estas abejas conocidas como cortadoras de hojas recolectaron siete (7) diferentes tipos polínicos distribuidos en cinco (5) familias botánicas, de las cuales la más diversa fue la familia Cucurbitaceae con tres tipos polínicos (pero en muy pocas cantidades); dentro de esta familia, la especie *Cucurbita* sp. fue el tipo polínico más representado. *Spilanthes urens* (Asteraceae) fue la planta más abundante en las cargas de *Megachile* sp. con un 73.54% del total de número de granos de polen contabilizados en las láminas.

Durante los conteos, se encontraron otros tipos polínicos considerados como “polen menos importante” tales como: tipo Mimosoidae (Fabaceae) con 7.6% y *Elaeis guineensis* (Arecaeae) 7.71% (figura 13). Existe muy poca información que describa las cargas polínicas que llevan las especies del género *Megachile*. Por ejemplo, en los trabajos realizados por O’Neill *et al.* (2004) y O’Neill & O’Neill (2011) encontraron que a la especie *Megachile rotundata* mostró una preferencia significativa por el tipo polínico *Medicago sativa* (Fabaceae) y la presencia de otros como *Brassica* sp (Brassicaceae) y *Melilotus officinalis* (Fabaceae), teniendo en cuenta que sus trabajos fueron realizados sobre cultivos de alfalfa y que esta es una especie considerada como principal polinizadora de este cultivo (Pitts-Singer, 2008). Así mismo, Neff & Simpson (1988) analizaron las cargas polínicas de la escopa de *M. mendica* y *M. deflexa* recolectadas sobre *Chamaecrista fasciculata* y en la primera especie encontraron que el 99% de la carga pertenecía a esta especie de planta, pero en *M. deflexa* encontraron una mezcla de tipos polínicos de Asteraceae, Fabaceae (Papilionoidae) y Euphorbiaceae y muy poco del tipo *C. fasciculata*. Esto sugiere, que varias especies de este género de abejas pueden tener un comportamiento poliléctico tal como la habían nombrado otros autores como Hurd (1979) en *M. addenda* y *M. mendica*; sin embargo, dada la baja cantidad de individuos no es posible inferir este tipo de preferencia en la especie recolectada en los cultivos de palma.

Figura 13. Porcentaje total de tipos polínicos encontrados en *Megachile* sp.



Otras especies

Especies encontradas como *Ancyloscelis* sp, *Centris* sp, *Paraterapedia* sp, *Thygater* sp, *Xylocopa* sp, *Augochlora* sp1, *Augochlora* sp2, *Augochloropsis* sp, *Halictus ligatus* y *Lassioglossum* sp, de las cuales se analizaron menos de tres individuos y para los cuales es mucho más complejo indagar profundamente sobre sus hábitos alimenticios o asegurar la preferencia floral de estas abejas en este tipo de agroecosistemas.

Por ejemplo, para el caso de *Ancyloscelis*, varios autores han mostrado que este tipo de abeja es especialista, con una alta preferencia floral ya sea en una sola especie o en un taxón específico (género o familia) (Alves-dos-Santo & Wittmann, 1999), lo que concuerda con los resultados encontrados en los individuos analizados en los agroecosistemas palmeros de este estudio, quienes presentaron en su carga un 100% del tipo polínico Caryophyllaceae (Tabla 3 y Anexo C).

Contrario a *Ancyloscelis*, el género *Centris* sp, que también es un género de abejas solitarias, son conocidas por su abundancia y eficiencia como forrajeras (Frankie *et al.* 1980). De acuerdo a las láminas evaluadas, se presentaron cuatro familias botánicas en sus cargas polínicas (Tabla 3 y Anexo C), con una mayor abundancia de polen de Asteraceae. Otros trabajos como los de Quiroz-García *et al.* (2001) en *Centris nítida* y Da Silva *et al.* (2017) en *Centris analis* encontraron más de 52 tipos polínicos, predominando *Malpighia emargianta* para la segunda especie en mención.

Otro de los géneros pobremente estudiados es *Paraterapedia*; los pocos análisis en los que se registran plantas hospederas son el resultado de trabajos que buscan esclarecer

su efecto como polinizador de algunas plantas, aunque en la mayoría de los casos se ha visto que recolecta principalmente aceites florales de esas plantas estudiadas (Cocucci, 1991; Buchman, 1987; Sazima & Sazima, 1989) y autores como Sigrist & Sazima, (2004) la han considerado como ladrón de polen y aceites. En este trabajo se registró con polen de cuatro especies: *Cucurbita* sp, *Ipomoea* sp., *Talinum* sp y *Cucurbita maxima*, lo que coincide con individuos evaluados en otros estudios en los que se denota un comportamiento generalista (Smith & Knapp, 2002).

Por otra parte, el único individuo evaluado del género *Thygater*, consideradas abejas solitarias y que hacen sus nidos en el suelo (Nates-Parra *et al.*, 2006) visitaron diferentes especies de plantas como se observa en la Tabla 3, una de ellas “dominante”, dos “secundarias” y un tipo polínico considerado “menos importante” (Anexo C). Pinilla-Gallego *et al.* (2016) analizaron las cargas polínicas de *T. aethiops* en un ambiente urbano de Bogotá y encontraron los tipos polínicos *Ulex europeus* (Fabaceae) y *Solanum laxum* (Solanaceae) como dominantes, además de otros tipos polínicos en muy pocas cantidades, por lo que la clasificaron como una especie mesoléctica según la clasificación de Cane & Sipes (2006).

Durante todos los muestreos únicamente se recolectó un individuo del género *Xylocopa*. Estas abejas son conocidas como abejas carpinteras, las cuales pueden tener nidos sociales, semisociales o primitivamente sociales (González *et al.* 2009). Estas abejas son reconocidas por su importante labor en la polinización de pasifloras (Kishore *et al.* 2010) lo que las ha convertido en centro de estudio por diversos autores (Gerling *et al.* 1989; Pinilla-Gallego & Nates-Parra, 2015; Sampson *et al.* 2004). La carga polínica encontrada en el individuo recolectado en este estudio en cultivos de palma llevaba en su carga polínica un tipo “dominante” correspondiente a *Cuphea cartagenensis* (Lythraceae) (70.03%). La interacción de estas abejas con este tipo de planta ya ha sido documentada por otros autores como Pigozzo *et al.* (2007) en *X. cearensis* - *Cuphea brachiata* y Ribeiro *et al.* (2008) en *X. Cearensis* - *Cuphea tenella*. También se encontraron otros tipos polínicos como *Senna obtusifolia* (Fabaceae) como tipo polínico secundario y *Boerhavia erecta* (Nyctaginaceae) y *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) en cantidades traza.

Dejando atrás a los Apidae y pasando a los géneros de Halictidae de los que se recolectaron muy pocos especímenes, se documentaron dos individuos de dos morfoespecies distintas del género *Augochlora*. Este es un grupo de abejas que varía en

su comportamiento desde solitarias hasta primitivamente eusociales (Michener, 1990). Durante este estudio se registraron individuos con polen de cinco plantas distintas, dos considerados “dominante” de la familia Malvaceae y Convolvulaceae otros cuatro en menores cantidades (Tabla 3 y Anexo C). Ambas especies, tuvieron en común polen de *Senna obtusifolia*. Observaciones realizadas por Stockhammer, (1966) muestran que este género visitó en campo al menos unas 40 especies de plantas, en 20 familias con diferentes formas y colores, describiéndola así, como un género poliléctico, aunque Polatto *et al.* (2014) analizó las cargas de cuatro individuos de este género y tres los clasificó como “generalmente oligoléctico” (*Sensu* Michener, 2007) porque visitaron diferentes familias con una morfología similar en la flor. Esto sugiere, que se requieren muchos más trabajos para lograr estimar la flora útil para las especies de este género en los agroecosistemas palmeros.

Otro Halictidae escasamente recolectado (n=1) fue *Augochloropsis*, un género de abejas solitarias, fuertemente polilécticas (Cane *et al.* 1985; Aguilar & Smith-Pardo, 2008; Collevatti *et al.* 1997). Sin embargo, el individuo recolectado en este estudio solo contaba con polen de dos plantas (Tabla 3 y Anexo C), posiblemente porque el individuo fue capturado al inicio de sus viajes de forrajeo (hora de recolección en la etiqueta 7-8 am) y solo había visitado estas especies de plantas.

En cuanto a *Halictus ligatus*, estas son abejas que transportan el polen a través pelos localizados en la tibia y fémur de las patas traseras (escopa) (Parker *et al.* 2015). Durante este trabajo se encontró la presencia de dos tipos polínicos *Spilanthes urens* (Asteraceae) como “polen dominante” con 91.8% y *Mitracarpus hirtus* (Rubiaceae) en un 8.19% restante, mostrando una baja diversidad de tipos polínicos igual que los resultados obtenidos por Pearce *et al.* (2012) en esta misma especie. Smith-Pardo (1999) analizó las cargas polínicas de esta especie como visitante floral de *Aspilia tenella* (Asteraceae) y encontró que el 98.81% pertenecía a esta especie y otros cuatro tipos polínicos en cantidades traza, lo que muestra que esta especie tiende a recolectar un tipo polínico en grandes cantidades y visitar otros cuantos recursos florales alternos, sin embargo, hay que tener en cuenta las observaciones hechas por Schlindwein, (2000) quien indica que las interacciones de especies de este género con solo dos tipos polínicos no la hacen una especie especialistas porque pertenecen a diferentes familias botánicas. Posiblemente los tipos polínicos encontrados en cantidades traza (<1%) se deban a contaminación por otros insectos que visitan las flores y dejan polen de plantas que visitaron anteriormente, también puede ser

por polen que se encuentra suspendido en el aire o puede pertenecer a plantas que son visitadas en busca de otro recurso, por ejemplo, néctar (Cane & Sipes, 2006).

Finalmente, las cargas polínicas analizadas en los individuos de *Lasioglossum* sp. mostraron a cuatro tipos polínicos (Tabla 3 y Anexo C), entre ellos, el de palma de aceite. Otros autores como Polidori *et al.* (2010) y Beil *et al.* (2008) concluyeron que las especies *L. calceatum* y *L. pauxillum* usan un amplio espectro taxonómico de recursos polínicos, por lo que sería importante seguir tratando de recolectar una mayor cantidad de individuos de la especie y así inferir los recursos florales que pueden ser importantes para ella y su conservación.

Consideraciones finales

Algunas de las especies de plantas encontradas en las cargas polínicas en este estudio ya han sido documentadas por otros autores como recurso alimenticio de abejas, por ejemplo la plantas de la subfamilia Caesalpinoidae (Da Silva *et al.* 2012), *Centrosema* sp (Da Silva *et al.* 2017) *Commelina diffusa* (Karunaratne *et al.* 2005), la subfamilia Mimosoidae (Corral, 1984; Nascimento *et al.* 2015), *Mikania michranta*, *Mimosa púdica* (Alves & dos Santos, 2018), *Mitracarpus hirtus* (Nascimento *et al.* 2015) *Momordica charantia* (Aleixo *et al.* 2014) *Melochia parvifolia* (Montoya-Pfeiffer *et al.* 2014), *Senna obtusifolia* (Quiroz-García, 2001), *Sida rhombifolia* (Velásquez *et al.* 2016), *Talinum* sp (Girón, 1995) y por último Salamanca *et al.* (2014) registraron especies del género *Sida* sp, *Ipomoea* sp y *Senna* sp.

De igual manera, muchas de la plantas documentadas en este trabajo han sido registradas por diferentes autores y que se podrían catalogar como benéficas o nocivas para el cultivo de palma según el rol que juegan en este tipo de agroecosistema, por ejemplo *Pueraria phaseloides* es una planta que ayuda en la fijación de nitrógeno usada como cobertura vegetal (Garbanzo, 2012); *Melochia parvifolia* como hospedante de parasitoides y depredadores benéficos (CENIPALMA, 2018) al igual que *Sida rhombifolia* (Mexzón y Chichilla, 2003; Aldana *et al.* 1997) aunque Restrepo *et al.* (1991) la registraron como una planta alelopática. Por otra parte, plantas nombradas en este estudio también han sido documentadas como malezas nocivas para el cultivo o invasoras como *Mimosa pigra* (Lowe *et al.* 2004), *Commelina difusa* (Miranda y Durán, 2016), *Mikania micrantha* (Parker, 1972) e *Ipomoea* sp (Ariza y Almanza-Merchán, 2012).

Conclusiones y recomendaciones

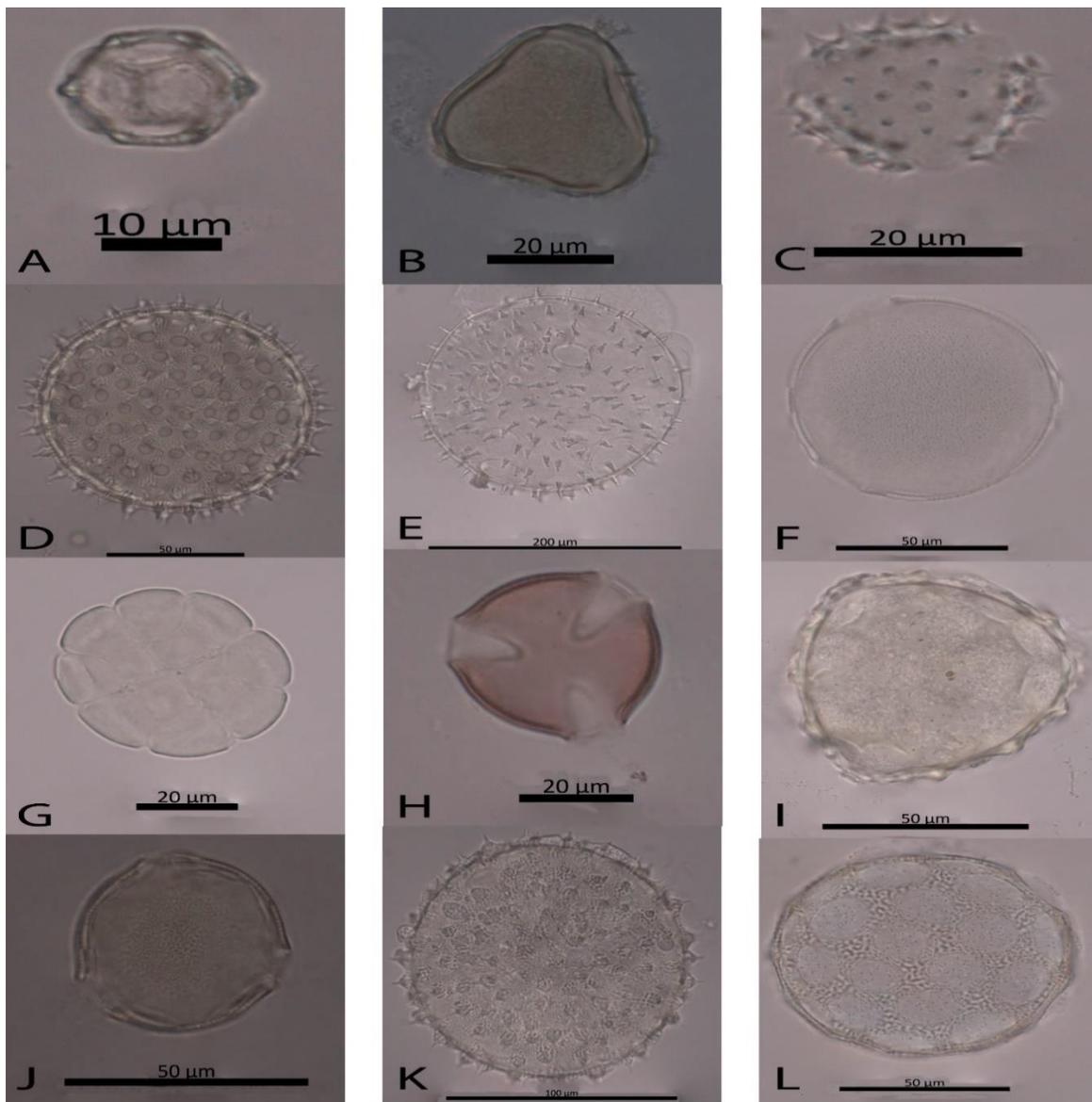
- La comunidad de abejas presentes en este tipo de agroecosistemas en su mayoría tiene comportamiento generalista.
- Muchas de las plantas consideradas malezas en los cultivos de palma africana y que normalmente son erradicadas, tales como balsamina, botón de plata, escoba blanca, dormidera, suelda con suelda, araña de perro, etc. son fuentes importantes de alimento para las abejas presentes en el agroecosistema.
- El 81.57% de las plantas identificadas eran de hábito herbáceo, el 7.89% arbóreo y el 10.52% de hábito desconocido, lo que demuestra la importancia de las arvenses para el sostenimiento de la comunidad de abejas.
- El polen de la palma africana durante su etapa de floración también representa una fuente de recurso importante para la comunidad de abejas.
- Los cultivos orgánicos de palma africana poseen un importante potencial para la producción de miel por la presencia de plantas melíferas aprovechadas por muchas especies de abejas.
- Se recomienda hacer análisis palinológicos de las especies de abejas a lo largo de todo un año, para saber las diferentes fuentes de recurso según los periodos de floración de las plantas.
- Localizar los nidos de las especies sociales y solitarias en campo, permitiría garantizar recolectar un mayor número de ejemplares de cada especie, lo que garantiza una mayor representatividad de la información sobre hábitos alimenticios de cada tipo de abeja.

A. Anexo: Trabajos palinológicos realizados en *Apis mellifera*.

Sp. Abeja	Polen dominante	Tipos polínicos	Lugar	Cita
<i>Apis mellifera</i>	<i>Cocos nucifera</i>	46	Sergipe, Brasil	Alves y Santos, 2014
	<i>Piptocarpha</i> sp. y <i>Machaerium</i> sp.	6	Paraná (Brasil)	(Freitas <i>et al.</i> 2015)
	<i>Eucalyptus</i> sp.	8	Santa Catarina (Brasil)	
	<i>Eucalyptus</i> sp.	28	Rio Grande do Sul (Brasil)	
	<i>Anadenanthera</i> sp., <i>Araceae</i> tipo 1, <i>Eucalyptus</i> sp., <i>Leucaena</i> sp., <i>Mimosa caesalpinifolia</i> , <i>Myrcia</i> sp., <i>Parthenium</i> sp., <i>Piper</i> sp. y <i>Raphanus</i> sp.	81	Piracicaba, SP, (Brasil)	(Modro <i>et al.</i> 2011)
	<i>Angelonia campestris</i> , <i>Copaifera</i> , <i>Croton</i> , <i>Jatropha</i> , <i>Microtea</i> , <i>Mimosa filipes</i> , <i>Mimosa misera</i> , <i>Peltogyne pauciflora</i> , <i>Piptadenia moniliformis</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Rhaphiodon echinus</i> , <i>Spondias tuberosa</i> , <i>Ziziphus joazeiro</i> y <i>Zornia echinocarpa</i>	85	Canudos (Brasil)	(Novais <i>et al.</i> 2010)
	<i>Viguiera</i> sp.	50	El pongo - Chaco Serrano, Jujuy (Argentina)	(Burgos <i>et al.</i> 2015)
	<i>Eucalyptus</i> sp.	54	Severino - Chaco Serrano, Jujuy (Argentina)	
	<i>Dodonaea viscosa</i>	31	Norte de Guerrero, México	(Ramírez-Arriaga <i>et al.</i> 2016)
	<i>Cosmos sulphureus</i>	17	Centro de Guerrero México	
	<i>Croton perpeciosus</i>	5	Huancabamba (México)	(Sayas y Hauman, 2009)
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	40	Chontabamba (México)		
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	47	Oxapampa (México)		

B. Anexo: Fotomicrografías de tipos polínico más importantes.

Figura 14. **A.** Amaranthaceae: *Alternanthera albotomentosa*, **B.** Arecaceae: *Elaeis guineensis*, **C.** Asteraceae: *Spilanthes urens*, **D.** Convolvulaceae: *Ipomoeae* sp., **E-F.** Cucurbitaceae: *Cucurbita máxima*, *Cucurbita* sp., **G-H-I** Fabaceae: Tipo Mimosoidae, *Senna obtusifolia*, *Vigna* sp., **J-K** Malvaceae: *Melochia pyramidata*, *Sida jamaicensis*, **L.** Talinaceae: *Talinum* sp.



	Abejas	Ancyliscelis sp.	Apis mellifera	Augochlora sp1	Augochlora sp2	Augochloropsis sp.	Centris sp.	Ceratina sp1	Ceratina sp2	Ceratina sp3	Ceratina sp4	Exomalopsis sp.	Halictus ligatus	Lasioglossum sp	Megachile sp.	Paratetrapedia sp.	Thygater sp.	Trigona fulviventris	Trigona sp.	Xylocopa sp.
Fabaceae																				
Caesalpinoideae										12.99										
<i>Calopogonium caeruleum</i>										2.63										
<i>Centrosema</i> sp.																				13.03
<i>Chamaecrista</i> sp.												11.65								
<i>Mimosa pudica</i>						99.66														
Mimosoideae		0.16					6.04								7.61					
<i>Pueraria phaseloides</i>																				38.60
<i>Senna obtusifolia</i>				2.06	1.18												17.95			29.03
<i>Vigna</i> sp				1.23						1.39										2.51
Lythraceae																				
<i>Cuphea carthagenensis</i>																				70.03
Malvaceae																				
<i>Corchorus aestuans</i>								38.50												
<i>Melochia parvifolia</i>												2.55								
<i>Melochia pyramidata</i>				88.89					89.29											
<i>Sida jamaicensis</i>								53.48				1.11					56.41			
<i>Sida rhombifolia</i>															0.04					
Nyctaginaceae																				

1.3. Bibliografía

1. AGUILAR SIERRA, Clara Isabel y SMITH-PARDO, Allan Henry. Abejas visitantes de *Aspilia tenella* (Kunth) S. F. Blake (Asteraceae): comportamiento de pecoreo y cargas polínicas. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 61, núm. 2, 2008, p. 4576-4587
2. AGUILAR SIERRA, Clara Isabel; SMITH-PARDO, Allan Henry. Abejas visitantes de *Mimosa pigra* L. (Mimosaceae): comportamiento de pecoreo y cargas polínicas. En: Acta biológica colombiana, 14, 2009, p. 107-118.
3. ALDANA, Jorge; CALVACHE, Hugo; ESCOBAR, Bernardo, CASTRO, Henry. Las plantas arvenses benéficas dentro de un programa de manejo integrado de *Stenoma cecropia* meyrick, en palma de aceite. PALMAS, Volumen 18, No. 1, 1997 pp. 11-21
4. ALEIXO, K. P., DE FARIA, L. B., GROPPPO, M., CASTRO, M. M. DO N., & DA SILVA, C. I. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: Implications for the maintenance of pollinators, especially bees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(4), (2014). 689–696. doi:10.1016/j.ufug.2014.08.002
5. ALVES-DOS-SANTOS, Isabel and WITTMANN, Dieter. The Proboscis of the Long-Tongued *Ancylloscelis* Bees (Anthophoridae/Apoidea), with Remarks on Flower Visits and Pollen Collecting with the Mouthparts. *Journal of the Kansas Entomological Society*, Vol. 72, No. 3 (Jul. 1999), pp. 277-288
6. ALVES Rodolfo & dos SANTOS Francisco. Plant sources for bee pollen load production in Sergipe, northeast Brazil, *Palynology*, 38:1, 2014. P. 90-100
7. ALVES, R. DE F., & DOS SANTOS, F. DE A. R. Pollen foraged by bees (*Apis mellifera* L.) on the Atlantic Forest of Bahia, Brazil. *Palynology*, (2018). 1–7. doi:10.1080/01916122.2018.1472146
8. ARIZA, Carlos Andrés y ALMANZA-MERCHÁN, Pedro José. Identificación y clasificación en biotipos de las malezas asociadas con el cultivo de la palma de aceite. *Ciencia y Agricultura* Vol. 9 - Nº. 2 (2012) p.87-96
9. BASILIO, A. M. Cosecha polínica por *Apis mellifera* (Hymenoptera) en el bajo Delta del Parana: comportamiento de las abejas y diversidad de polen. *Mus. Argentino Cienc. Nat.* 2(2): (2000) 111-121 p.

10. BEIL, M., HORN, H., SCHWABE, A. Analysis of pollen loads in a wild bee community (Hymenoptera: Apidae)—a method for elucidating habitat use and foraging distances. *Apidologie* 39, 2008, p. 456–467
11. BOGOTA, R. G. RANGEL, J. O. & JIMENEZ, I. C. Análisis palinológico de mieles de tres localidades de la sabana de Bogotá. *Caldasia*, 23:2 (2001), pp 455-465
12. BUCHMANN, S. L. The Ecology of Oil Flowers and their Bees. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18(1), (1987) 343–369. doi:10.1146/annurev.es.18.110187.0020
13. BURGOS, Mónica G.; SÁNCHEZ, Ana C.; LUPO, Liliana C. Análisis polínico de cargas corbiculares de *Apis mellifera* del chaco serrano, Jujuy (argentina). *Lilloa* 52 (1): (2015) p. 3–11.
14. CANE, James. Bees (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) In: *Encyclopedia of Entomology*: CAPINERA, J. 2nd Ed. Gainesville: Capinera, 2008, p. 419-434
15. CANE, J. H., EICKWORT, G. C., WESLEY, F. R., & SPIELHOLZ, J. Pollination Ecology of *Vaccinium stamineum* (Ericaceae: Vaccinioideae). *American Journal of Botany*, 72(1), (1985). 135. doi:10.2307/2443575
16. CANE J. H. & SIPES S. Characterizing floral specialization by bees: analytical methods and a revised lexicon for oligolecty. In: Waser NM, Ollerton J (eds) *Plant-pollinator interactions from specialization to generalization*. (2006) pp 99–122
17. CENIPALMA. Guía de bolsillo plantas nectaríferas asociadas a plantaciones de palma de aceite, que favorecen la fauna benéfica de este ecosistema. (2018) Bogota D.C, 59 p.
18. COCUCCHI, A. A. Pollination biology of *Nierembergia* (Solanaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 174(1-2), (1991). 17–35. doi:10.1007/bf00937691
19. COLLEVATTI, R. G., CAMPOS, L. A. O., & SCHOEREDER, J. H. Foraging behaviour of bee pollinators on the tropical weed *Triumfetta semitriloba*: departure rules from flower patches. *Insectes Sociaux*, 44(4), (1997). 345–352. doi:10.1007/s000400050056
20. CORRAL B. Análisis de muestras de miel de abejas en algunas regiones del departamento de Antioquia. *Actualidades Biológicas*, Col 13, N°. 49 (1984) 56-66
21. CORTAPASSI-LAURINO, M. & M. RAMALHO. Pollen harvest by africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in Sao Paulo botanical and ecological views. *Apidologie*, 1988.10 (1): 1-24.

-
22. DA SILVA, Cláudia Inês; GOMES BORDON, Natali, CORREIA da Rocha Filho, Léo & GARÓFALO, Carlos Alberto. The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrita* (Hymenoptera: Apidae) in sweet passion fruit fields. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 60 (4): (December 2012) 1553-1565,
 23. DA SILVA, C. I., HIROTSU, C. M., DE SUZA PACHECO FILHO, A. J., QUEIROZ, E. P., & GARÓFALO, C. A. Is the maximum reproductive rate of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) associated with floral resource availability? *Arthropod-Plant Interactions*, 11(3), (2017). 389–402. doi:10.1007/s11829-017-9513-9
 24. DELAPLANE, K.S., and MAYER, D.R. Bees: An overview In: *Crop Pollination by Bees*, edited by K.S. Delaplane, and D.R. Mayer, CABI, 2000, p. 18-23
 25. DE-SÁ -OTERO M. Pilar, ARMESTO-BAZTÁN Sandra & DÍAZ-LOSADA Emilia. Initial data on the specific heterogeneity found in the bee pollen loads produced in the Pontevedra region (north-west Spain). *Grana*, 2007; 46: 300–310
 26. FANKIE, G.W., S. B VINSON, AND R.E. COVILLE. Territorial behavior of *Centris adani* and its reproductive function in the Costa Rican dry forest (Hymenoptera: Anthophoridae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 53: (1980) 837-857
 27. FEWELL, J. H. & PAGE, R. E. Genotypic variation in foraging responses to environment stimuli by honey bees, *Apis mellifera*. *Experientia* (1993) 49: 1106-1112
 28. FREE J. B. and WILLIAMS, Ingrid H. The Transport of Pollen on the Body Hairs of Honeybees (*Apis mellifera* L.) and Bumblebees (*Bombus* Spp. L.) In: *Journal of Applied Ecology*, Vol. 9, No. 2 (Aug., 1972), p. 609-615
 29. FREITAS, Alex da Silva de, GASPAROTTO SATTTLER, José Augusto; SOUZA, Bianca Rodríguez de, ALMEIDA-MURADIAN, Ligia Bicudo; SATTTLER, Aroni & BARTH, Ortrud Monika. A melissopalynological analysis of *Apis mellifera* L. loads of dried bee pollen in the southern Brazilian macro-region. In: *Grana*, 54:4, (2015), p. 305-312
 30. FREITAS, Breno M. y PEREIRA, Julio. *Solitary Bees: Conservation, rearing and management for pollination*. IU, Brazil, 2004, p. 285
 31. GARBANZO, Gabriel . *Guía de bolsillo para la identificación de arvenses nectaríferas y benéficas en palma aceitera*. COOPEAGROPAL R. L. Costa Rica. 2012. Pag. 21
 32. GARBUZOV, Mihail; COUVILLON, Margaret J; SCHÜRCH, Roger; RATNIEKS, Francis L. W. Honey bee dance decoding and pollen-load analysis show limited foraging on

- spring-flowering oilseed rape, a potential source of neonicotinoid contamination In: Agriculture, Ecosystems and Environment 203 (2014) p. 62–68
33. GERLING, D.; VELTHUIS, W.H.D. & HEFETZ, A.. Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. Annual Review of Entomology 34: (1989) 163-190
34. GIRON, M. Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el sureste de Antioquia, Colombia. Bol. Mus. Univ. Valle. 3(2): 1995. 35-54 p.
35. GONZÁLEZ V.H; GONZÁLEZ M. y CUELLAS Y. Notas biológicas y taxonómicas sobre los abejorros del maracuyá del género *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae, Xylocopini) en Colombia. Acta Biológica Colombiana, 14 (2): (2009). 31-40.
36. GONZÁLEZ, Víctor. H., OSPINA Mónica. & BENNETT, Daniel. Abejas altoandinas de Colombia: guía de campo. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, d. c., Colombia, 2005, p. 80
37. GONZALEZ, S. J. & TEJEDA, G. E. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea: apiformes) y flora apícola en agroecosistemas palmeros de la zona norte de Colombia. Tesis de pregrado. Santa Marta, Colombia. Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería. (2018) p. 114
38. GOULET, Henry y HUBER, John T. Hymenoptera of the world: an identification guide to families. Canada, 1993, p. 668
39. GRAENICHER S. Bee-fauna and vegetation of Wisconsin, Ann. Entomol. Soc. Am. 28, (1935) 285–310.
40. GRETCHEN D. Jones. Pollen extraction from insects. In: Palynology, 36:1, June (2012), p. 86-109.
41. GULLAN, P. J. and CRANSTON, P. S. Insects societies In: THE INSECTS, AN OUTLINE OF ENTOMOLOGY. Fifth Edition. Wiley-Blackwell, 2014, p. 486-530
42. HESSE, Michael; HALBRITTER, Heidemaire; ZETTER, Reinhard; WEBER, Martina; BUCHNER, Ralf; FROSCH-RADIVO, Andrea and ULRICH, Silvia. Chapter General In: Pollen Terminology: An Illustred handbook. Springer Wien, NewYork, 2009, p. 5-55.
43. HIDALGO, Ma. Isabel, BOOTELLO M. Lourdes Y PAHECO, Juan. Origen floral de las cargas de polen recogidas por *Apis mellifera* l. en Alora (Málaga, España). Acta botánica malacitana, 15: 1990, p. 33-44

-
44. HURD, P. D., Jr. Superfamily Apoidea, In K.V. Krombein, P. D. Hurd, Jr., D. R. Smith, and B. D. Burks [eds.], Catalog of Hymenoptera in North America north of Mexico, vol. 2. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 1979. pp. 1741-2209
 45. JONES GD, BRYANT VM. Jr. Melissopalynology. In: Jansonius J, McGregor DC, editors. Palynology, principles and applications. AASP, Dallas, Vol. 3, (1996) p. 933–938.
 46. KARUNARATNE, Inoka; PRIYANKARA, Jayanthi and SAVITHRI C. V. Floral relationships of bees in selected areas of Sri Lanka. (January 2005). Ceylon Journal of Science (Biological Sciences) 34
 47. KISHORE K, PATHAK KA, SHUKLA K, BHARALI A. Studies on floral biology of passion fruit (*Passiflora* spp.). Pakistan Journal of Botany, 42 (1): 2010, 21-29.
 48. KLEIN, A.M., VAISSIÈRE, B.E., CANE, J.H., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences, 2006, 274, 303–313.
 49. KOBAYASHI-KIDOKORO, M., & HIGASHI, S. Flower Constancy in the Generalist Pollinator *Ceratina flavipes* (Hymenoptera: Apidae): An Evaluation by Pollen Analysis. Psyche: A Journal of Entomology, 2010, 1–8. doi:10.1155/2010/891906
 50. KRON, Paul, KWOK, Allison and HUSBAND, Brian C. Flow cytometric analysis of pollen grains collected from individual bees provides information about pollen load composition and foraging behavior. In: Annals of Botany November, 2014 113: 191–197.
 51. KÜCHMEISTER, Heike; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, Ilse and GOTTSBERGER, Gerhard. Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. Plant systematics and Evolution, Vol. 206, No. 1/4 (March 1997), pp. 71-97
 52. LEÓN, Daniela. Análisis polínico de mieles de cultivos orgánicos y convencionales de café en la Sierra Nevada de Santa Marta. Tesis de Maestría. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 2014, 59 p.
 53. LÓPEZ-ROJAS, Jaime. Biodiversidad. Córdoba, AR: El Cid Editor | apuntes, 2009. p.14.

54. LOUVEAUX, J; MAURIZIO, A. & VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. *Bee World*. 51 (3): (1978), p. 125-138.
55. LOWE S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; De POORTER 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. (2004). Recuperado de: http://www.infoandina.org/sites/default/files/recursos/2000_126_Es.pdf. [Consultado: enero 2019].
56. MARCHAND, Philippe; HARMON-THREATT, Alexandra N and CHAPELA Ignacio. Testing models of bee foraging behavior through the analysis of pollen loads and floral density data In: *Ecological Modelling* 313. 2015. p. 41–49
57. MARQUES-SOUZA, Antonio; de OLIVEIRA, Cleonice and WALKER, Maoura. Pollen collected by *Trigona williana* (Hymenoptera: Apidae) in Central America. *Biologia tropical.*, 44(2) (1996) 567-573
58. MAYER C, T. MICHEZ D, CHYZY A, BREDAT E, JACQUEMART A-L. The Abundance and Pollen Foraging Behaviour of Bumble Bees in Relation to Population Size of Whortleberry (*Vaccinium uliginosum*). 2012, *PLoS One* 7(11):
59. MÉNDEZ, M. V. ; SANCHEZ, A. C. ; FLORES., F. & LUPO. L C. Recurso polinífero utilizado por *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) en un área de bosque subtropical del noroeste de Argentina. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 66(3): September 2018. 1182-1196.
60. MEXZÓN, Ramón G. y CHINCHILLA, Carlos M. Especies vegetales atrayentes de la entomofauna benéfica en plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica. *PALMAS*-Vol. 24 No. 1, 2003 pp. 33-57
61. MICHENER, Charles D. The social behavior of the bees. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. (1974) 408 p
62. MICHENER, C.D. Reproduction and castes in social xylocopine bees. In: Engels W (Ed) *Social Insects: An Evolutionary Approach to Castes and Reproduction*. Springer Verlag, Berlin y Heidelberg, 1990. 264 pp
63. MICHENER, Charles. D. What are bees? In: *The bees of the world*. Second edition. Estados Unidos: University of Kansas. 2007, p. 3.
64. MIRANDA, E. y DURAN, S. Determinar la incidencia de plantas indeseables que afecta la plantación y producción en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, jacq) en

-
- un inceptisol, en la provincia de padre abad - Rev. Tzhoecoen Edición Vol. 8 / N° 01, 2016 issn 1997-3985
65. MODRO HATSUE, Anna Frida; MARCHINI, Luís Carlos y CAMARGO CARMELLO MORETI, Augusta Carolina de. Origem botânica de cargas de pólen de colmeias de abelhas africanizadas em Piracicaba, SP. Em: Ciência Rural, v.41, n.11, nov, 2011, p. 1944-1951
66. MOISAN-DESERRES J.; GIRARD M; CHAGNON M. and FOURNIER V. Pollen Loads and Specificity of Native Pollinators of Lowbush Blueberry In: J. Econ. Entomol. 107(3): 2014, p. 1156-1162
67. MONTERO I. & TORMO R. Preferencias polínicas de la abeja en un colmenar en el sur de Badajoz en: An. Asoc. Pallnol. Leng. Esp. febrero, 1993. 5. p. 93-102
68. MONTOYA-PFEIFFER, Paula María; LEON-BONILLA. Daniela y NATES-PARRA, Guiomar. Catálogo de polen en mieles de *Apis mellifera* provenientes de zonas cafeteras en la Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena Colombia. En: Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat., 38(149). Octubre-diciembre de 2014, p. 64-384
69. MÜLLER, Andreas and BANSAC, Nicolas. A specialized pollen-harvesting device in western palaeartic bees of the genus *Megachile* (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). *Apidologie* 35 (2004) 329–337
70. NASCIMENTO, A. Lopes, C & Da SILVA, G. The Pollen Spectrum of *Apis mellifera* honey from Reconcavo of Bahia, Brazil. *Journal of Scientific Research & Reports* 6(6): (2015) 426-438
71. NATES-PARRA, G., PARRA, A., RODRÍGUEZ, A., BAQUERO, P., & VÉLEZ, E. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), (2006) 77-84
72. NEFF, John L. and SIMPSON, Beryl B. Vibratile Pollen-Harvesting by *Megachile mendica* Cresson (Hymenoptera, Megachilidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, Vol. 61, No. 2 (Apr. 1988), pp. 242-244
73. NICHOLLS, C. & ALTIERI, M. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. In: INRA. June, 2012. Pág.1-15
74. NOVAIS, Jaílson Santos; LIMA, Luciene Cristina Lima e; SANTOS, Francisco de Assis Ribeiro dos. Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. Em: *Journal of Arid Environments* 74 (2010) p. 1355-1358

75. O'NEILL K.M., O'NEILL R.P., BLODGETT S., FULTZ J.E. Variation in *Megachile rotundata* pollen load composition in relation to flower diversity (Hymenoptera: Megachilidae), *J. Kans. Entomol. Soc.* 77, (2004) 619–625.
76. O'NEILL, R. P., & O'NEILL, K. M. Pollen load composition and size in the leafcutting bee *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae). *Apidologie*, 42(2), (2011) 223–233.
77. PARKER, C. The *Mikania* problem. *Tropical Pest Management* 18(3), (1972) 312-5.
78. PARKER, A. J., TRAN, J. L., ISON, J. L., BAI, J. D. K., WEIS, A. E., & THOMSON, J. D. Pollen packing affects the function of pollen on corbiculate bees but not non-corbiculate bees. *Arthropod-Plant Interactions*, 9(2), (2015). 197–203. doi:10.1007/s11829-015-9358-z
79. PEARCE, April M; O'NEILL, K. M. Miller, Richard S. and BLODGETT, Sue. Diversity of Flower-visiting Bees and their Pollen Loads on a Wildflower Seed Farm in Montana. In: *Journal of the Kansas Entomological Society*, Vol. 85, No. 2. April 2012, pp. 97-108
80. PIGOZZO, C. M., NEVES, E. L., JACOBI, C. M., & VIANA, B. F. Comportamento de forrageamento de *Xylocopa* (Neoxylocopa) *cearensis* Ducke (Hymenoptera: Apidae, Xylocopini) em uma população de *Cuphea brachiata* Koehne (Lythraceae). *Neotropical Entomology*, 36(5), (2007). 652–656. doi:10.1590/s1519-566x2007000500003
81. PINILLA-GALLEGO, Mario Simón y NATES-PARRA, Guimar. Diversidad de visitantes y aproximación al uso de nidos trampa para *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae) en una zona productora de pasifloras en Colombia. *Actual Biol* 37 (103): (2015) 143-153.
82. PINILLA-GALLEGO, Mario Simón; NIETO FERNÁNDEZ, Valentina & NATES-PARRA, Guimar. Recurso polínico y ciclo estacional de *Thygater aethiops* (Hymenoptera: Apidae) en un ambiente urbano (Bogotá-Colombia). En: *Biología Tropical*. 64 (3): Septiembre, 2016, p. 1247-1257.
83. PITTS-SINGER T.L. Past and present management of alfalfa bees, in James R., Pitts-Singer T.L. (Eds.), *Bee Pollination in Agricultural Ecosystems*, Oxford University Press, New York, (2008) pp. 105–123.
84. POLATTO, L. P., CHAUD-NETTO, J., DUTRA, J. C. S., & ALVES JUNIOR, V. V. Exploitation of floral resources on *Sparattosperma leucanthum* (Bignoniaceae): foraging activity of the pollinators and the nectar and pollen thieves. *Acta Ethologica*, 15(1), (2012). 119–126. doi:10.1007/s10211-011-0116-7

-
85. POLATTO, L. P., CHAUD-NETTO, J., & ALVES-JUNIOR, V. V. Influence of Abiotic Factors and Floral Resource Availability on Daily Foraging Activity of Bees. *Journal of Insect Behavior*, 27(5), (2014). 593–612. doi:10.1007/s10905-014-9452-6
 86. POLIDORI, C., RUBICHI, A., BARBIERI, V., TROMBINO, L., & DONEGANA, M. Floral Resources and Nesting Requirements of the Ground-Nesting Social Bee, *Lasioglossum malachurum* (Hymenoptera: Halictidae), in a Mediterranean Semiagricultural Landscape. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2010, (2010). 1–11. doi:10.1155/2010/851947
 87. QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. (2019). <http://qgis.osgeo.org>
 88. QUIROZ-GARCIA, David Leonor; MARTINEZ-HERNANDEZ; Enrique, PALACIOS-CHAVEZ, Rodolfo. Nest Provisions and Pollen Foraging in Three Species of Solitary Bees Hymenoptera: Apidae) from Jalisco, Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society*, Vol. 74, No. 2 (Apr. 2001), pp. 61-69
 89. R (version 3.5.1) [computer software]. Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing.
 90. RAMÍREZ-ARRIAGA, Elia; MARTÍNEZ-BERNAL, Angélica; RAMÍREZ MALDONADO, Nadia Y MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, Enrique. Análisis palinológico de mieles y cargas de polen de *Apis mellifera* (Apidae) de la región centro y norte del estado de Guerrero, México. *En: Botanical sciences* 94 (1): (2016), p. 141-156, DOI: 10.17129/botsci.217
 91. RAW, A. Seasonal Changes in the Numbers and Foraging Activities of Two Jamaican *Exomalopsis* Species (Hymenoptera, Anthophoridae). *Biotropica*, 8(4), (1976). 270. doi:10.2307/2989721
 92. REDE DE CATÁLOGOS POLÍNICOS ONLINE (RCPol). disponível em: < <http://chaves.rcpol.org.br/> >. acesso em: março de 2019.
 93. REGO, J.O., OLIVEIRA, R., JACOBI, C.M. *et al.* Constant flower damage caused by a common stingless bee puts survival of a threatened buzz-pollinated species at risk. *Apidologie* 49: (2018) 276-286. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0552-0>
 94. RESTREPO, De Fraume, M.; HINCAPIÉ, W.R.; GALÍNDEZ, P.C.A.; SALAZAR, V.G.E.; PÉREZ, J.F. Plantas tóxicas al ganado en el departamento de Caldas. Reconocimiento taxonómico de plantas asociadas con la palma de aceite. *Agricultura Tropical (Colombia)* v.29 no.2, 1991. p.61-72.

95. REYES-NOVELO, Enrique; MELÉNDEZ RAMÍREZ, Virginia; DELFÍN GONZÁLEZ, Hugo; AYALA, Ricardo. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 10, núm. 1, 2009, pp. 1-13
96. RIBEIRO, É. K. M. D., RÊGO, M. M. C., & MACHADO, I. C. S. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. *Acta Botanica Brasilica*, 22(1), (2008). 165–171. doi:10.1590/s0102-33062008000100017
97. RICHARDS A.J. Does low biodiversity resulting from modern agriculture practice affect crop pollination and yield? In: *Annals Botany* 88: April 2001, p. 165–172
98. ROUBIK, D. (Ed.), Community ecology. In: *Ecology and Natural History of Tropical Bees* (Cambridge Tropical Biology Series, pp. 313-389). Cambridge: Cambridge University Press. (1989) doi:10.1017/CBO9780511574641.004
99. ROUBIK, D. W., & MORENO PATIÑO, J. E. *Trigona corvina*: An Ecological Study Based on Unusual Nest Structure and Pollen Analysis. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2009, 1–7. doi:10.1155/2009/268756
100. RUSSO, L., & DANFORTH, B. Pollen preferences among the bee species visiting apple (*Malus pumila*) in New York. *Apidologie*, 48(6), (2017). 806–820. doi:10.1007/s13592-017-0525-3
101. SAKAGAMI, S. AND MAETA, Y. Task allocation in artificially induced colonies of a basically solitary bee *Ceratina* (Ceratsinidia) okinawana, with a comparison of sociality between *Ceratina* and *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae, Xylocopinae). *Japanese J. Ecol.* 63, (1995). 115–150
102. SALAMANCA GROSSO, Guillermo; OSORIO TANGARIFE, Mónica P. y CASAS RESTREPO, Luis Carlos. Origen botánico y dominancia cromática de las cargas de polen corbicular colectado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en cuatro zonas biogeográficas colombianas En: *Zootecnia Tropical*, 32 (4): 2014, p. 377-390.
103. SAMPSON, B. J., DANKA, R. G., & STRINGER, S. J. Nectar Robbery by Bees *Xylocopa virginica* and *Apis mellifera* Contributes to the Pollination of Rabbiteye Blueberry. *Journal of Economic Entomology*, 97(3), (2004). 735–740. doi:10.1603/0022-0493(2004)097[0735:

-
104. SAYAS RIVERA, Rosario y HUAMÁN MESÍA, Luis. Determinación de la flora polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. En: Ecología aplicada. Vol. 8 No2, (2009), p. 53-59
 105. SAZIMA, M. S. and SAZIMA, I. Oil-Gathering Bees Visit Flowers of E glandular Morphs of the Oil-Producing Malpighiaceae. *Botanica Acta*, 102(1), (1989). 106–111. doi:10.1111/j.1438-8677.1989.tb00073.x
 106. SCHLINDWEIN C. A importancia de abelhas especializadas na polinizacao de plantas nativas e conservacao do meio ambiente. *Anais do Encontro sobre Abelhas 4*: (2000) 131–141
 107. SCHLINDWEIN, C., WESTERKAMP, C., CARVALHO, A.T., MILET- PINNHEIRO, P. Visual signalling of nectaroffering flowers and specific morphological traits favour robust bee pollinators in the mass-flowering tree *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 176, (2014) 396–407
 108. SEELEY, T.D. Social foraging in honey bees: how nectar foragers assess their colony's nutritional status. *Behav Ecol Sociobiol* (1989) 24: 181-199
 109. SEPULVEDA-CANO, PA. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) en cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.) y su efecto en la polinización. Tesis doctoral. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias agrarias. 2013. 105 p.
 110. SIGRIST, M. R and SAZIMA, M. Pollination and Reproductive Biology of Twelve Species of Neotropical Malpighiaceae: Stigma Morphology and its Implications for the Breeding System. *Annals of Botany*, 94(1), (2004). 33–41. doi:10.1093/aob/mch108
 111. SMITH-PARDO, Allan. Abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la zona de influencia del Embalse Porce II (Antioquia, Colombia). Tesis de maestría. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias y ciencias agropecuarias. 1999. 266 p.
 112. SMITH, S. D., & KNAPP, S. The natural history of reproduction in *Solanum* and *Lycianthes* (Solanaceae) in a subtropical moist forest. *Bulletin of The Natural History Museum. Botany Series*, 32(02). (2002). 125-136 doi:10.1017/s0968044602000051
 113. SMITH-PARDO, Allan Y VELEZ, Rita. Abejas de Antioquia. Guía de campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de ciencias agropecuarias, 2008, p. 127.

114. STOCKHAMMER, Karl. Nesting Habits and Life Cycle of a Sweat Bee, *Augochlora pura* (Hymenoptera: Halictidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, Vol. 39, No. 2 (Apr. 1966), pp. 157-192
115. STOKSTAD, Erik. The case of the empty hives. In: *Science, New Series*. Vol. 316, No. 5827, May 2007. p. 970-972
116. TELLERIA, María Y VOSSLER, Favio. Tras la huella de las abejas polinizadoras. *Ciencia hoy*. nº 100. Buenos Aires, AR: (2007), p. 14 -20
117. TEZUKA, T., MAETA Y. Pollen robbing behaviors observed in two species of introduced stingless bees (Hymenoptera, Apidae). *Jpn. J. Entomol.* 63, (1995) 759–762
118. THORP, R. W. The collection of pollen by bees. *Plant Systematics and Evolution*, Vol. 222, No. 1/4, Pollen and Pollination. 2000, p. 211-223
119. TOBAR-L., Diego; RANGEL-CH., Orlando J. y ANDRADE-C., Gonzalo M. Las cargas polínicas en las mariposas (Lepidoptera; Rophalocera) de la parte alta de la cuneca del río Roble-Quindío-Colombia. En: *Caldasia* 23(2) septiembre (2001), p. 549-557.
120. VÁZQUEZ YANES, Carlos, and OROZCO SEGOVIA, Alma. Acción humana y deterioro del ambiente. En: *La destrucción de la naturaleza* (3a. ed.). México, D.F., MX: FCE - Fondo de Cultura Económica, 2005. P. 18-25
121. VELÁSQUEZ, C; Gil, J.; URREGO, J.; DURANGO, D y CASTAÑEDA, I. Análisis palinológico y fisicoquímico de miel de abejas (*Apis mellifera* L.) procedente de algunos municipios del oriente y suroeste de Antioquia (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín* V(5)2 (2016) P. 65 - 87
DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v5n2.60541>
122. VOSSLER, F. G. The oligolecty status of a specialist bee of South American *Prosopis* (Fabaceae) supported by pollen analysis and floral visitation methods. *Organisms Diversity & Evolution*, 13(4), (2013). 513–519. doi:10.1007/s13127-013-0134-6)