



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Diversidad de abejas silvestres y espectro polínico en bosque seco tropical del Parque Regional – Los Besotes, Valledupar – Cesar, Colombia**

**Mayra Alejandra Galindo Panqueva**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Ciencias Forestales  
Medellín, Colombia  
2016

# **Diversidad de abejas silvestres y espectro polínico en bosque seco tropical del Parque Regional – Los Besotes, Valledupar – Cesar, Colombia**

**Mayra Alejandra Galindo Panqueva**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Bosques y Conservación Ambiental**

Director:

Entomólogo. Oscar Efraín Ortega Molina

Profesor asociado

Codirector:

Biólogo. Alexander Sabogal González

Coordinador de Proyectos, Centro de Investigación en Acarología

Línea de Investigación:

Biología de la Conservación

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Ciencias Forestales

Medellín, Colombia

2016

*Vital para la vida en la tierra... imperceptible  
para el ojo humano.*

## Agradecimientos

Gracias a todos aquellos que contribuyeron a que esta idea se materializara y sumensaje pudiera llegar a más personas.

A lo largo de mi vida he tenido la gran fortuna de contar con el apoyo incondicional de personas maravillosas, que han seguido paso a paso mis procesos, al igual que me han transmitido sus saberes con hechos y palabras, además de ser cómplices de mis ocurrencias; por eso y mucho más, un agradecimiento eterno a mis padres y hermanos.

Son muchas las personas que pasan por nuestras vidas dejando huellas y experiencias que serán recordadas por siempre, personas que contribuyen al crecimiento personal y profesional, como lo fueron Cesar Sierra Baldovino y Nancy Baldovino Téllez, muchas gracias por su apoyo en este recorrido.

Alexander Sabogal “Tío”, gracias por acompañarme, guiarme y apoyarme durante todo este proceso, desde que sólo era una idea. Fuiste un gran guía a nivel profesional y personal. Mil gracias por tus aportes metodológicos, analíticos y técnicos para este proyecto.

Profesor Oscar Ortega, gracias por creer en mí y brindarme su apoyo desde el inicio del camino de la maestría.

Profesor Allan Smith Pardo, mil gracias por creer en el proyecto y apoyarlo en lo metodológico, taxonómico y gestión de recursos para su realización.

Profesor Flavio Moreno Hurtado, al escucharte hablar por primera vez mostrarles a tus estudiantes un sinnúmero de posibilidades, cambiaste nuestra manera de ver la maestría y nos contagiaste de tu entusiasmo. Mil gracias.

Profesor Jaime Polanía Vorenberg, gracias por su apoyo y grandes consejos para llevar a cabo este recorrido de grandes experiencias.

A lo largo de todo este recorrido, encuentras personas que con su sabiduría y entusiasmo te inspiran y son compañeros incondicionales, aportando toda su experiencia. Gracias Iturbides Galindo Nieves (Tobi), por creer y contribuir a que esto fuera posible.

Muchas gracias a una de las personas que fue ejemplo de inspiración para llevar a cabo este proyecto, un personaje que sin duda, ha luchado por las abejas desde que era niño, contagiándome con su conocimiento y entusiasmo, Gracias Señor Guzmán.

Doctor Tomás Darío Gutiérrez Hinojosa, usted es un caminante incansable y en sus aventuras quijotescas ha descrito con lujo de detalles muchas de nuestras riquezas naturales, ahora me ha compartido sus conocimientos, legado de gran importancia para este proyecto. Toda mi gratitud.

A todas ustedes, compañeras de la maestría (Norelsy, Gaby, Coral, Leidy, Orly), gracias por compartir sus conocimientos y aportar grandes experiencias enriquecedoras a nivel profesional y personal.

Muchas gracias a mis compañeros de campo Iturbides Galindo, Hugues Gil, Marcos Blanco y Anderson Andrade por hacer de cada muestreo una historia diferente, al igual que compartir sus conocimientos.

A la Universidad Nacional de Colombia, sedes Medellín y Bogotá por contribuir al desarrollo de este proyecto, sus locaciones, equipo docente y administrativo, hicieron parte fundamental de este proyecto.

Gracias por la financiación parcial de los estudios de maestría a la Fundación Juan Pablo Gutiérrez Cáceres, cuyo objetivo es apoyar estudios de posgrado a estudiantes que creen en Colombia.

A la Fundación Rufford por la financiación de la fase de campo y la Fundación Idea Wild por la financiación de los equipos de campo y laboratorio para el desarrollo del proyecto.

Al Laboratorio de paleoecología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Ivonne Castañeda Riascos y al profesor César Augusto Velásquez Ruiz, gracias por sus aportes tan significativos y por creer en esta historia que aún no tiene final.

# Resumen

## **Diversidad de abejas silvestres y espectro polínico en bosque seco tropical del Parque Regional – Los Besotes, Valledupar – Cesar, Colombia.**

Se estudió la riqueza e incidencia de especies de abejas nativas en un bosque seco del Parque Natural Regional - Los Besotes en tres zonas: A (900–1000m), B (600-700 m) y C (200-300 m). Los muestreos se realizaron en abril (época seca) y junio-julio (época de lluvias) de 2015. Se emplearon trampas Van Someren, esencias y captura manual. El análisis de diversidad alfa se realizó con perfiles de diversidad basados en los números de Hill. Se evaluó la diversidad Beta con los índices Jaccard Clásico [J<sub>abc</sub>] y Jaccard ajustado basado en la incidencia [ $\bar{J}_{inc}$ ]. En total se recolectaron 3794 individuos, pertenecientes a 45 especies de las familias Halictidae y Apidae, esta última aportó el mayor número de especies en las dos épocas y *Trigona amalthea* fue la más abundante. De acuerdo con los perfiles de diversidad para los datos obtenidos, la época seca alcanzó la mayor diversidad. La zona C tuvo los mayores valores, aunque se solaparon los IC para la riqueza. El ensamblaje de abejas silvestres en el parque presenta una gran adaptabilidad a las variaciones en la oferta de los recursos florales, tanto estacionalmente como altitudinalmente; además este último está relacionado con las fuertes diferencias en la composición florística.

**Palabras clave:** Abejas nativas, bosque seco tropical, oolen, Apoidea, Valledupar.

# Abstract

## Wild bee diversity and pollen spectrum in tropical dry forest of Los Besotes Regional Park, Valledupar Cesar, Colombia.

The richness and incidence of native bee species in a dry forest of the Regional Natural Park - Los Besotes was studied in three zones: A (900-1000m), B (600-700 m) and C (200-300 m). Sampling was conducted in April (dry season) and June-July (rainy season) of 2015. Van Someren traps, scent traps and hand trapping were used. Alpha diversity analysis was performed with diversity profiles based on Hill numbers. Beta diversity was assessed with the Jaccard Classic [J<sub>abc</sub>] and incidence-based adjusted Jaccard [J̄<sub>inc</sub>] indices. A total of 3794 individuals were collected, belonging to 45 species of the families Halictidae and Apidae, the latter contributed the highest number of species in the two epochs and *Trigona amalthea* was the most abundant. According to the diversity profiles for the data obtained, the dry season reached the highest diversity. Zone C had the highest values, although the CI for richness overlapped. The wild bee assemblage in the park presents a great adaptability to variations in the supply of floral resources, both seasonally and altitudinally; moreover, the latter is related to the strong differences in floristic composition.

**Keywords:** native bees, tropical dry forest, pollen, Apoidea, Valledupar.



# Contenido

	Pág.
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>XIV</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XV</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>XVII</b>
<b>Capítulo 1: generalidades y objeto de estudio.....</b>	<b>19</b>
1.1 Marco teórico .....	19
1.1.1 Abejas silvestres.....	19
1.1.2 Bosque Seco Tropical .....	21
1.1.3 Abejas silvestres de bosque seco tropical en Colombia .....	23
1.1.4 Importancia de las abejas silvestres en procesos de conservación de Bosques.....	26
1.2 Antecedentes.....	28
1.3 Planteamiento del problema.....	30
1.4 Objetivos.....	32
<b>Capítulo 2: Análisis de la diversidad de abejas silvestres y su relación con las formaciones vegetales en el Parque Regional los Besotes, Valledupar – Cesar .....</b>	<b>35</b>
Resumen.....	35
Abstract.....	36
2.1 Métodos .....	37
2.1.1. Área de estudio.....	37
2.1.2 Trabajo de campo.....	39
2.1.3 Muestreo .....	41
2.1.4 Laboratorio.....	43
2.1.5 Análisis de datos .....	43
2.1.5.1 Diversidad alfa ( $\alpha$ ).....	44
2.1.5.2 Diversidad beta ( $\beta$ ) .....	45
2.2 Resultados .....	45
2.2.1 Composición de especies.....	45
2.2.2 Curvas de rarefacción.....	50
2.2.3 Perfiles de diversidad .....	52
2.2.4 Índices de diversidad Beta ( $\beta$ ) .....	54
2.3 Discusión .....	58
<b>Capítulo 3: Espectro polínico de abejas silvestres del Parque Regional los Besotes, Valledupar – Cesar.....</b>	<b>71</b>
Resumen.....	71
Abstract.....	72
3.1 Marco teórico.....	74
3.1.1 Polinización .....	74
3.1.2 Adaptaciones de las flores para atraer a los polinizadores.....	76
3.1.3 Servicios ecosistémicos: polinización.....	78
3.2 Métodos .....	79
3.2.1 Área de estudio .....	79
3.2.2 Procesamiento y montaje de del material polínico. ....	80

3.2.2.1 Procedimiento de Hidróxido de Potasio modificado (KOH).....	80
3.2.3 Identificación del Material Polínico .....	82
3.2 Resultados.....	82
3.3 Discusión .....	89
<b>5. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>94</b>
5.1 Conclusiones.....	94
5.2 Recomendaciones.....	95
<b>A. Anexo: Variabilidad diaria de temperatura. Estación meteorológica Aeropuerto Alfonso López (Valledupar) .....</b>	<b>97</b>
<b>B. Anexo: Porcentaje de familias de plantas identificadas en el Parque Regional – Los Besotes.....</b>	<b>98</b>
<b>C. Anexo: Familias identificadas en el espectro polínico de las abejas silvestres.....</b>	<b>99</b>
<b>D. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en época lluviosa. ....</b>	<b>103</b>
<b>E. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en época seca.....</b>	<b>104</b>
<b>F. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona A de la época seca. ....</b>	<b>105</b>
<b>G. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona A de la época lluviosa.....</b>	<b>106</b>
<b>H. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona B de la época seca. ....</b>	<b>107</b>
<b>I. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona B de la época lluviosa.....</b>	<b>108</b>
<b>J. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona C de la época seca. ....</b>	<b>109</b>
<b>K. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona C de la época lluviosa.....</b>	<b>110</b>
<b>L. Anexo: Palinograma para las especies de abejas recolectadas mediante captura manual, en las dos épocas y zonas de muestreo.....</b>	<b>111</b>
<b>M. Anexo: Palinograma para las especies de abejas recolectadas mediante captura manual, en las dos épocas de muestreo en la zona A.....</b>	<b>112</b>
<b>N. Anexo: Palinograma para las especies de abejas recolectadas mediante captura manual, en las dos épocas de muestreo en la zona B.....</b>	<b>113</b>

---

<b>O. Anexo: Palinograma para las especies de abejas recolectadas mediante captura manual, en las dos épocas de muestreo en la zona C.....</b>	<b>114</b>
<b>P. Fotografías de las especies de abejas silvestres identificadas .....</b>	<b>115</b>
<b>Q. Anexo: Fotografías del polen identificado en las especies de abejas.....</b>	<b>131</b>
<b>R. Anexo: Plantas destacadas del Parque Regional – Los Besotes.....</b>	<b>133</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>140</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 2-1:</b> Área de estudio, Parque Regional – Los Besotes.....	38
<b>Figura 2-2:</b> Zonas de muestreo: Época seca: A) zona A, C) zona B, E) zona C; Época lluviosa: B) zona A, D) zona B y F) zona C.....	40
<b>Figura 2-3:</b> Puntos de muestreos en el Parque Regional - Los Besotes. Google Earth Image 2015 © DigitalGlobe.....	41
<b>Figura 2-4:</b> Trampa con esencias: A, A1 y A2. Trampa Van Someren: B, B1 y B2 .....	42
<b>Figura 2-5:</b> Número de especies por franja horaria en cada época de muestreo .....	46
<b>Figura 2-6:</b> Curva de acumulación de especies.....	49
<b>Figura 2-7:</b> Curvas de rarefacción para las dos épocas de muestreo.....	51
<b>Figura 2-8:</b> Curvas de rarefacción para las tres zonas de muestreo, A, B y C.....	51
<b>Figura 2-9:</b> Perfil de diversidad por épocas de muestreo .....	53
<b>Figura 2-10:</b> Perfil de diversidad por zonas de muestreo .....	54
<b>Figura 2-11:</b> Dendrograma de similitud para las dos épocas de muestreo con el índice de Jaccard ajustado basado en la incidencia [ $\bar{J}_{inc}$ ].....	55
<b>Figura 2-12:</b> Análisis de correspondencia sin tendencia para las especies de abejas silvestres en dos épocas climáticas, en tres zonas de muestreo .....	56
<b>Figura 2-13:</b> Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) de las abejas silvestres recolectadas en el muestreo.....	57
<b>Figura 3-1.</b> Frecuencias relativas de los hábitos de crecimiento identificados de las plantas por especie de abeja en las dos épocas climáticas. ....	84

## Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1.1:</b> Familias de las especies de abejas silvestres encontrados en el Parque Regional – Los Besotes, Valledupar – Cesar. Clasificación según (Michener 2007) .....	25
<b>Tabla 2-1:</b> Lista de especies de abejas silvestres recolectadas en el Parque Regional - Los Besotes.....	47
<b>Tabla 2-2:</b> Estimadores de riqueza basados en la incidencia.....	50
<b>Tabla 3-1:</b> Patrones de los visitantes florales que influyen en la distancia del flujo de polen. Adaptado de (Díez 2002).....	77
<b>Tabla 3-2:</b> Descripción de los servicios ecosistémicos (Maldonado y Moreno 2013).....	78



## Introducción

El bosque seco tropical es un bioma con una amplia y fragmentada distribución que se encuentra desde México hasta Argentina y en todo el Caribe. Presenta suelos fértiles y la precipitación es inferior a 1800 mm por año, con un periodo de 3 a 6 meses en que es de menos de 100 mm por mes y la vegetación, en su mayoría, es caducifolia (Banda et al. 2016). Esta estacionalidad ha resultado en una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento en plantas, animales y microorganismos, que determinan los procesos y servicios de importancia como es la estabilización de los suelos, ciclaje de nutrientes, regulación hídrica y climática y la provisión de alimentos y madera (Pizano et al. 2014).

Este bosque es considerado uno de los ecosistemas más amenazados del mundo, sin embargo, es también uno de los menos estudiados (Pizano, Cabrera, et al. 2014). Dichos bosques, son fuente de importantes especies de uso antrópico, como es el caso de varias especies de leguminosas forrajeras, ornamentales y frutales originarios de esta formación vegetal como: Matarratón (*Gliciridia sepium*), Carbonero (*Leucaena leucocephala*) Guayacanes (*Tabebuia spp.*), Cactus (*Opuntia spp.*, *Cereus spp.*), entre otras (IAvH 1998). Los relictos de bosque seco tropical se constituyen en verdaderos bancos genéticos *in situ*, que son desconocidos hasta ahora (IAvH 1998), ya que la destrucción masiva de estos bosques se debe en parte a que sus suelos, son fértiles y muy aptos para la agricultura, relacionándose con los procesos de deforestación y colonización en el que se incluye la intensificación de la agricultura, introducción de ganado bovino, minería y desarrollo urbano (Pizano, Cabrera, et al. 2014).

Uno de los servicios ecosistémicos que pueden estar en peligro por las razones anteriormente mencionadas es el servicio de la polinización, esencial para el mantenimiento de la diversidad de angiospermas y es indirectamente responsable de la persistencia de otros gremios que dependen de los recursos florales (Potts et al. 2006). Los animales polinizadores contribuyen entre el 15 y el 30% de la producción mundial de alimentos y las abejas son reconocidas por ser el taxón polinizador más importante (Potts et al. 2006). Estas responden a la polinización de más del 50% de las plantas de los

bosques tropicales y sabanas, logrando alcanzar la polinización de más del 80% de las especies de plantas (Da Silva et al. 2014).

En consecuencia, es importante realizar investigaciones alrededor de la polinización y los grupos de plantas y animales con los que se relaciona ya que estos insumos aportan al conocimiento de los bosques secos tropicales, que en estudios preliminares realizados en Colombia indican que la fauna de abejas, en la región Caribe es diversa y merece ser investigada en detalle, ya que se conocen varias especies endémicas algunas de las cuales pertenecen a grupos anteriormente desconocidos para Sur América o que estaban restringidos al sur de Sur América (González 2014).

Además de las investigaciones que se realizan a partir de las especies de abejas silvestres, es necesaria la exploración y su relación con las plantas por medio de estudios palinológicos que permitan un mejor conocimiento de la relación abeja – planta al igual que determinen la flora que sostiene a sus comunidades en una región particular (Aguilary Smith 2009). Esto con el fin de aportar insumos para la toma de decisiones que se encuentren sustentadas científicamente y que contribuyan a la conservación y protección de los mismos.

La presente investigación tiene como objetivo aportar información relacionada con la fauna Apoidea y espectro polínico de un ecosistema amenazado como lo es el bosque seco tropical del Parque Regional - Los Besotes, siendo esta la primera “Área importante para la Conservación de las Aves (AICA)” declarada en Colombia por BirdLife International, poseedora de una importante diversidad biológica, así como predios de propiedad de la Corporación Autónoma Regional del Cesar -CORPOCESAR cuyo propósito es igualmente la conservación de los recursos naturales allí existentes.

# Capítulo 1: generalidades y objeto de estudio

## 1.1 Marco teórico

### 1.1.1 Abejas silvestres

Las abejas pertenecen al orden Hymenoptera, Suborden Apócrita, Sección Aculeata, Superfamilia Apoidea: Apiformes donde también hacen parte las avispas y hormigas y se caracteriza por la modificación del aparato reproductor de las hembras en un aguijón (Smith y Vélez 2008). Las abejas, además, son de cuerpo más robusto y piloso que las avispas, aunque algunas de ellas presenten un fenotipo vespoideo (cuerpo delgado, largo y poca pilosidad).

Las principales características morfológicas que ayudan a diferenciar a las abejas son la presencia de pelos plumosos o ramificados en patas y otras partes del cuerpo, aunque algunas veces están restringidas sólo al propodeo (Nates 2005), el basitarso posterior es más ancho que los segmentos siguientes del tarso y generalmente es aplanado. Los esfeciformes (una de las divisiones de Apoidea que agrupa a las avispas esfecoideas) tienen el primer y segundo segmentos tarsales similares en ancho y junto con el espolón tibial forman un órgano limpiador de antenas (Nates 2005) y la ausencia de pelos dorados o plateados en la parte inferior de la cabeza. Esta característica es especialmente importante cuando se trata de separar abejas con fenotipo vespoideo de muchas avispas esfecoideas: éstas presentan pelos dorados o plateados que, a la luz, les confieren brillo en la cabeza (Nates 2005).

Son consideradas abejas silvestres aquellas diferentes de *Apis mellifera* que no han sido sometidas a domesticación, en su mayoría de hábitos solitarios (una hembra cava, aprovisiona y pone huevos en su nido y generalmente no está presente cuando nace su descendencia) que construyen nidos en suelo, paredes y troncos; no producen miel ni forman grandes colonias. Los únicos grupos muy sociales pertenecen a las tribus Apini y Meliponini, donde una hembra (reina) vive en un nido muy complejo, con panales de cría y celdas para almacenamiento de reservas alimenticias; existe una casta de obreras que generalmente no pone huevos y se dedica a las labores de mantenimiento del nido total (Nates 2005).

Las formas de vida de las abejas silvestres reconocidas actualmente son tres, social, solitaria y cleptoparásita, basadas en sus estrategias de anidación, reproducción y comportamiento:

**Abejas sociales:** Dentro de la familia Apidae están las abejas sociales con cuatro tribus, dos altamente sociales: Apini (que incluye el género *Apis*) y Meliponini (llamadas “abejas sin aguijón”). Las otras dos tribus son: Bombini (abejorros del páramo, primitivamente sociales, género *Bombus*) y Euglossini (abejas de las orquídeas, solitarias y con algunas especies cuasisociales de los géneros *Euglossa*, *Eulaema*, *Eufriesea*, *Aglae* y *Exaerete*) (Nates 2005). Este grupo de abejas se divide en dos subgrupos: eusociales y parasociales.

- **Eusociales:** está conformado por géneros que construyen nidos complejos y tienen estructura de castas en la colonia con diferenciación genética (*Cephalotrigona*, *Melipona*, *Nannotrigona*, *Plebeia*, *Trigona* y *Trigonisca*) (Reyes et al. 2009).
- **Parasociales:** incluye aquellas abejas que presentan algún grado de socialidad pero con menos complejidad que las eusociales, normalmente sin castas genéticamente definidas (*Augochlora*, *Centris*, *Ceratina*, *Eulaema* y *Euglossa*) (Reyes et al. 2009).

**Abejas solitarias:** son aquellas en donde una hembra construye un nido solitario, usualmente con varias celdas de cría; según la especie pueden encontrarse en el suelo,

en galerías dentro de troncos en descomposición o en agujeros dentro de la madera. Ejemplo de éstas son las especies de los géneros *Megachile* (*Megachilidae*), *Ancyloscelis apiformis*, *Monoeca mexicana* y *Tetrapedia maura* (*Apidae*), *Colletes* y *Ptyloglossa* (*Colletidae*), *Calliopsis hondurasica* y *Pseudopanurgus crenulatus* (*Andrenidae*) (Reyes et al. 2009)

**Abejas cleptoparásitas:** generalmente tienen forma de vida solitaria, sin embargo, hay algunas sociales. Las solitarias depositan sus huevos en los nidos de otras abejas para que sus larvas se alimenten del aprovisionamiento del nido hospedero (Reyes et al. 2009). Según Roubik y Hanson (2004), entre las cleptoparásitas solitarias están las especies pertenecientes al género *Exaerete* que parasitan los nidos de *Eulaema* y *Eufriesea*.

Existen especies que parasitan colonias de abejas sociales, parasociales y otras solitarias como las especies del género *Lestrimelitta* que son cleptoparásitas sociales y roban los recursos de las colonias de otras abejas sociales como *Nannotrigona* y *Trigona* (Reyes et al. 2009).

### 1.1.2 Bosque Seco Tropical

El bosque seco tropical está definido como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0 y 1000 m de altitud; presenta temperaturas superiores a los 24 °C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año, por lo que una de las principales adaptaciones fisiológicas de las plantas al déficit de agua, es la pérdida del follaje (IAvH 1998). De esta forma, en la época lluviosa, se asemejan a selvas húmedas, pero en el verano la mayoría de las especies pierden sus hojas, estructura donde ocurre la transpiración, de modo que el agua queda almacenada en troncos y raíces engrosados, comportándose como una reserva de vida en los periodos secos (IAvH 2012).

El bioma bosque seco tropical, representa cerca de un 42% de los ecosistemas boscosos tropicales del mundo (Pizano et al. 2014). Para el Neotrópico se registran cerca de 700.000 km<sup>2</sup> en su condición original, que equivaldrían a un 67% de la cobertura global original, caracterizándose por una alta diversidad biológica pero especialmente por un elevado número de endemismos, formas de vida y de grupos funcionales (Pizano et al. 2014). Igualmente, por una alta diversidad beta reflejada en la disimilaridad de especies de plantas entre regiones geográficas (Pizano et al. 2014).

Según Miles et al. (2006), definir qué determina los bosques secos tropicales, ha sido complejo, ya que estos usualmente están presentes en gradientes altitudinales y climáticos donde existen otros tipos de ecosistema que van desde bosques húmedos hasta sabanas y desiertos. Se distribuyen en el Neotrópico desde el noroccidente de México hasta el norte de Argentina y el suroriente de Brasil y en la actualidad está representado por 23 núcleos florísticos que se han establecido para el Neotrópico y a nivel regional, se agrupan por similitud florística, en cuatro grandes regiones de bosque seco: el Caribe/Mesoamérica, los Andes (excluyendo a Bolivia), el sur de Sur América, y Brasil; para el caso de Colombia, la composición florística puede variar significativamente en las diferentes regiones donde se encuentra este bosque: la región Caribe, la región NorAndina que comprende Santander y Norte de Santander, los valles interandinos de los ríos Cauca y el Magdalena, el Patía (Nariño y Cauca), y los Llanos (Arauca, Casanare, Meta y Vichada) (Pizano et al. 2014).

En dichas regiones, según el estudio realizado por Pizano et al. (2014), se evidencia que las especies nativas más representativas o frecuentes en estos bosques, son diferentes para las tres regiones, a pesar de que éstas compartan especies exóticas y naturalizadas.

Históricamente, muchos de estos bosques fueron usados de forma intensiva por las comunidades indígenas en comparación con las selvas húmedas, debido a que los bosques secos tropicales poseían suelos más productivos para la agricultura (Pizano et al. 2014). Sin embargo, los indígenas no hacían una tala rasa completa, sino que dejaban algunos remanentes de vegetación de varios tipos (i.e. fuentes de semillas, rebrotes de

vegetación, raíces), lo cual permitía una regeneración vegetal después de uno o dos años de actividad agrícola (Pizano et al. 2014). Posteriormente, con la llegada de los europeos la conversión a pasturas para ganado fue la principal causa de deforestación en el Neotrópico. Fueron áreas preferenciales para asentarse las comunidades humanas, debido a que las enfermedades eran escasas, el terreno era más simple de limpiar, la fertilidad del suelo era mayor y existía un buen número de maderas finas dentro de estos bosques (Pizano et al. 2014).

Actualmente, el bosque seco tropical en Colombia está entre los ecosistemas más amenazados del país con una relictualidad del 8% respecto a su área de distribución original y una representatividad en las áreas protegidas de tan solo el 5% (Vargas y Ramírez 2014), siendo la región Caribe, en donde se encuentran las áreas remanentes más grandes de este bosque, en los departamentos del Atlántico (5,7%), Cesar (4,9%) y Bolívar (4,1%) (Pizano et al. 2014).

### **1.1.3 Abejas silvestres de bosque seco tropical en Colombia**

Teniendo en cuenta las problemáticas presentes en los bosques secos tropicales de Colombia, las principales amenazas que existen sobre la diversidad de abejas, se encuentran relacionadas con los procesos de fragmentación, uso indiscriminado de insecticidas, destrucción de los sitios de nidificación y pérdida de zonas boscosas, (Smith 1999).

La importancia de las abejas silvestres en estos bosques se ve reflejada en los servicios que presta por medio de la polinización, las abejas a las plantas aseguran la formación de frutos y semillas y su presencia contribuye a la restauración y mantenimiento de poblaciones de plantas en los ecosistemas naturales (Da Silva et al. 2014). Este servicio se encuentra en la base del funcionamiento de los ecosistemas y su déficit produce una inevitable reacción en cadena que conlleva a la desaparición de especies (Monzón2011).

En la actualidad se ha avanzado en diferentes estudios relacionados con las abejas silvestres en diferentes ecosistemas de Colombia en los que se incluyen interacciones o relaciones con zonas productivas, según Smith (2003), aunque se ha avanzado mucho en las últimas décadas en el conocimiento general de las abejas, existen pocos trabajos sobre la fauna de abejas de Colombia, pocas personas trabajan con las abejas de esta región y la mayoría de información se basa en identificaciones realizadas por especialistas internacionales y a través de revisiones genéricas de los grupos que están presentes en el país. Muchos de los estudios sobre abejas silvestres en Colombia, son el producto de tesis universitarias no publicadas o que han sido publicadas en revistas locales las cuales son muy complicadas de obtener en países diferentes a Colombia (Smith 2003).

Adicionalmente, los pocos inventarios que existen en Colombia están restringidos a bosques tropicales del noroccidente del país, lo que indica que la mayoría de zonas de vida y regiones naturales aún están por explorar (Smith y González 2007) como es el caso del bosque seco tropical en Colombia que según González (2014) es poco lo que se conoce a pesar de que estudios realizados en bosques secos de otros países neotropicales demuestran que más de la mitad de las especies de plantas de estos bosques son polinizados por abejas. Este conocimiento limitado se debe, en parte, a los pocos especialistas de abejas trabajando en el país y al escaso número de inventarios faunísticos en varias regiones de Colombia (González 2014).

**Tabla 1.1:** Familias de las especies de abejas silvestres encontrados en el Parque Regional – Los Besotes, Valledupar – Cesar. Clasificación según (Michener 2007)

<b>Familia</b>	<b>Subfamilia</b>	<b>Tribu</b>	<b>Género</b>
<b>Halictidae (Thomson, 1869)</b>	<b>Halictinae</b>	Augochlorini (Beebe, 1925)	<i>Augochlora</i> (Eickwort, 1969)
			<i>Pseudaugochlora</i> (Michener, 1954)
<b>Apidae (Latreille, 1802)</b>	<b>Xylocopinae (Latreille, 1802)</b>	Ceratinini (Latreille, 1802)	<i>Ceratina</i> (Latreille, 1802)
		Xylocopini (Latreille, 1802)	<i>Xylocopa</i> (Latreille, 1802)
	<b>Apinae (Latreille, 1802)</b>	Tetrapediini Michener & Moure, 1957	<i>Tetrapedia</i> (Reinsch, 1867)
		Centridini (Cockerell & Cockerell, 1901)	<i>Centris</i> (Fabricius, 1804)
			<i>Hoplepicharis</i> (Moure, 1945)
			<i>Epicharis</i> (Klug, 1807)
		Ericrocidini (Cockerell & Arkins, 1902)	<i>Mesocheira</i> (Lepeletier and Serville, 1825)
		Exomalopsini (Michener, 1944)	<i>Exomalopsis</i> (Rozen, 1984)
		Euglossini	<i>Euglossa</i> (Latreille, 1802)
			<i>Eulaema</i> (Lepeletier, 1814)
			<i>Eufriesea</i> (Cockerell, 1908)
			<i>Exaerete</i> (Hoffmannsegg, 1817)
		Apini	<i>Apis</i> (Linnaeus, 1758)
		Meliponini	<i>Lestrimelitta</i> (Friese, 1903)
			<i>Cephalotrigona</i> (Schwarz, 1940)
	<i>Melipona</i> (Michener 2000)		
	<i>Nannotrigona</i> (Cokerell, 1922):		
	<i>Partamona</i> (Schwarz, 1939)		
	<i>Plebeia</i> (Schwarz, 1938)		
	<i>Scaptotrigona</i> (Moure, 1942)		
<i>Trigonisca</i> (Moure, 1950)			
<i>Trigona</i> (Jurine, 1807)			

#### **1.1.4 Importancia de las abejas silvestres en procesos de conservación de Bosques.**

La deforestación y la introducción de especies exóticas se consideran las principales amenazas a la mayoría de las abejas. La intervención humana, como resultado de las actividades agrícolas, la construcción de carreteras, la aplicación de insecticidas, entre otros, reduce drásticamente la disponibilidad de recursos florales y zonas propicias para la anidación de estos insectos. Por lo tanto, las medidas de protección y conservación del hábitat son importantes para el mantenimiento de la flora utilizada por las abejas (Santos et al. 2015).

Según Reyes et al. (2009), las abejas silvestres pueden considerarse como un grupo indicador determinado por los siguientes criterios, definidos por Delfín y Burgos (2000), quienes establecen que debe estar conformado por especies que permitan medir y monitorear algunas características del ecosistema en distintas escalas de tiempo y espacio. Dichos criterios son:

- La taxonomía del grupo debe ser bien conocida y estable, de modo que las especies puedan ser identificadas de manera confiable: según Michener (2007), este grupo de insectos es uno de los mejor estudiados y que a nivel mundial se estima la existencia de más de 20.000 especies incluidas en 425 géneros y siete familias.
- La biología y formas de vida deben ser bien conocidas: se reconocen tres formas de vida de las abejas basadas en sus estrategias de anidación, reproducción y comportamiento.
- El grupo debe estar integrado por un gremio trófico rico, bien definido y ser importante en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas: estos insectos son vectores de polen de muchas plantas con flores, tanto silvestres como cultivadas, por lo que juegan un papel determinante en la polinización y en la regeneración e integridad de los ecosistemas, lo que las convierte en un grupo clave para el funcionamiento de estos.

- Los organismos deben ser fácilmente capturables, de manipulación y observación sencilla; el estudio del grupo no debe poner en peligro su conservación: pueden ser capturados mediante diferentes técnicas que incluyen red entomológica, trampas Malaise, trampas de luz blanca o negra, atrayentes químicos y nidos trampa.
- La distribución geográfica del grupo debe ser amplia y comprender diferentes hábitats, de modo que permita una amplia variedad de diseños experimentales y comparaciones: las abejas tienen amplia distribución mundial, sin embargo, existen regiones geográficas en las que se encuentra mayor riqueza de especies.
- Las especies deben tender a especializarse en un hábitat particular, de modo que sean sensibles a la degradación y a la regeneración del hábitat: las comunidades de abejas son sensibles a la disponibilidad de alimento (recursos florales) y sitios de anidación; en sitios donde hay abundantes flores atractivas para las abejas, no necesariamente existen sitios óptimos para la anidación y viceversa, por tanto, tienen que moverse entre sitios con alimento y sitios con condiciones para anidar.

Por las razones anteriormente mencionadas, las abejas juegan un rol importante al momento de evaluar la salud de los ecosistemas y la calidad ambiental, ya que los artrópodos son el componente más diverso de los ecosistemas terrestres, ocupando una enorme variedad de nichos funcionales y microhábitats, en un amplio espectro de escalas espaciales y temporales, por lo que muchas de las especies son susceptibles de utilizarse como fuente de información en los planes de conservación y monitoreo ambiental (Meléndez et al. 2014).

Además, las abejas han sido usadas como bioindicadores principalmente ecológicos y ambientales. Las primeras son especies o grupo de especies que muestran los efectos de los cambios ambientales como la alteración del hábitat, la fragmentación o el cambio climático y las segundas responden predictivamente de manera observable y cuantificable a perturbaciones o a cambios en el estado del ambiente (Meléndez et al. 2014).

Reconociendo que la situación de las abejas es cada vez más crítica, es necesario no solamente seguir con el inventario de las abejas del país, sino también estudiar sus relaciones precisas con la vegetación (Nates 2005), las interacciones ecológicas (mutualismo, competencia, depredación, parasitismo) y procesos ecológicos (polinización, reciclaje de nutrientes) (Meléndez et al. 2014). De la conservación de las abejas depende la conservación de los bosques (Nates 2005).

Algunas de las propuestas para la protección de las abejas, incluyen, según Nates(2005), la identificación de las especies y usos potenciales; estudios detallados de la biología, los hábitos de nidificación, el comportamiento de forrajeo y reproducción; implementación de nidos artificiales, el establecimiento de las técnicas de manejo, entre otras, que apoyarían significativamente los procesos que involucren la conservación de estos insectos.

En consecuencia, los datos generados mediante la presente investigación, brindarán información valiosa para tener en cuenta en los planes nacionales que se destinen a la protección, conservación y desarrollo de estrategias de gestión de los bosques secos tropicales que incluya la importancia de las abejas silvestres en la reproducción de muchas especies de plantas y mucho más en estos bosques que se encuentran amenazados por las actividades humanas a los que han sido sometidos.

## 1.2 Antecedentes

La mayoría de los trabajos sobre abejas en Colombia corresponden a listados, claves para identificar familias, subfamilias y tribus de abejas del país (Vélez 2009). Sin embargo, estos datos no reflejan la riqueza total de especies de abejas para el país. En un inventario regional realizado por Smith (1999) en la Región de Porce (Antioquia), empleando varios métodos de captura y durante 6 meses de muestreos intensivos en 4 estados sucesionales, encontró 60 géneros y 287 especies, esto es alrededor de 78% de la fauna Apoidea registrada por Nates (1992) para todo el país (Nates y González 2000).

De acuerdo con Gonzalez (2014) en los bosques de la región Caribe se conocen varias especies endémicas, algunas pertenecen a grupos anteriormente desconocidos para Sur América o que estaban restringidos al sur de Sur América como por ejemplo, la especie *Heriades tayrona*, siendo el primer registro para el género y la tribu en Sur América o como el caso del descubrimiento del nuevo género *Paratrigonoides* Camargo y Roubik (Apidae: *Meliponini*) en los bosques secos del Caribe y del valle del río Cauca, se conoce una sola especie y es el único grupo de abejas sin aguijón endémico de Colombia.

El número de especies de abejas que habitan los bosques secos colombianos aún no se conoce en su totalidad, sin embargo, dado que las abejas son más abundantes y diversas en las zonas xéricas que en las regiones húmedas tropicales, es posible que estos bosques de Colombia tengan una diversidad mucho mayor a la esperada en otros ecosistemas del país (González 2014).

Adicionalmente, los bosques secos en Colombia de tierras bajas principalmente a lo largo de la costa Caribe y los valles de los ríos Magdalena y Cauca no presentan suficiente información relacionada con abejas nativas en comparación con los bosques húmedos tropicales, los cuales según González et al. (2012) pueden presentar una fauna de abejas interesante como se evidencia en el número de especies endémicas y los recientes descubrimientos de taxones previamente desconocidos, ya que diferentes abejas solitarias (*Anthidium sanguinicaudum* Schwarz, *Acamptopoeum colombiensis* Shinn), así como abejas sociales (*Melipona favosa* Fabricius, *Melipona ambigua* Roubik y Camargo, *Frieseomelitta pauper* Provancher) indican ser localmente endémicas de estos hábitats secos.

Igualmente, estos autores incluyen registros de la diversidad de abejas en la región Caribe que incluye 125 especies, esto indica que la diversidad de abejas de esta región es comparable a la de otras regiones del país, como la región Andina, lo que se contrasta con la idea común de que la región del Caribe es un área estéril de biodiversidad (González et al. 2012).

### 1.3 Planteamiento del problema

Colombia se encuentra catalogada dentro del grupo de los 14 países megadiversos (donde se encuentran también Argentina, Bolivia, Brasil, China, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela (Andrade 2011). La ubicación y características geográficas de Colombia y la heterogeneidad ambiental, hacen del país “*un verdadero mosaico tropical*” que resulta en una amplia variedad de servicios ecosistémicos que suministran bienes a los sectores productivos y están relacionados con modos de vida de comunidades humanas locales (Vidal y Ruíz 2014).

Uno de los ejemplos de dicha diversidad se ve reflejado en los artrópodos; aunque estamos lejos de conocer la cifra de especies de artrópodos terrestres en el país, un número aproximado podría estar alrededor de las 25.000 especies y el estimado podría alcanzar la cifra de las 60.000 (Amat y Andrade 2007).

Los artrópodos cumplen varias funciones ecológicas que se encuentran íntimamente relacionadas con diferentes especies de plantas. Un ejemplo es la relación que existe entre plantas con flores y las abejas (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila), en donde las plantas han evolucionado y generado gran diversidad de formas, colores y aromas en sus flores además de recompensas como polen y néctar; por su parte, las abejas poseen estructuras adaptadas a las señales de las plantas, al transporte de recursos (incluido el polen) y han desarrollado patrones comportamentales únicos que las convierte en polinizadores efectivos (Giraldo et al. 2011)

Este tipo de interacción, que involucra la transferencia de polen entre flores de una misma o distintas plantas por un agente biótico, no sólo asegura la reproducción sexual en la mayoría de las angiospermas, sino también, en forma indirecta, a la sustentabilidad productiva y el mantenimiento de la biodiversidad de la mayoría de los ecosistemas terrestres. Este mutualismo tiene asociado un beneficio económico directo. También, muchas plantas silvestres polinizadas por animales representan fuentes alimenticias y medicinales importantes para distintas comunidades humanas (Medel et al. 2014).

Además de su papel vital en el transporte de los granos de polen algunas abejas corbiculadas (p.e. abejas melíferas y abejas sin aguijón) se conocen mundialmente por la producción de miel y otros productos como la cera, jalea real y propóleo, que se utilizan para producir artículos de belleza (cera), alimento (jalea real) y en el tratamiento de infecciones (propóleo). Aunque estos productos traen beneficios al hombre, su valor es insignificante cuando se compara con la importancia de las abejas como polinizadores en la agricultura (Vélez 2009).

En los últimos años, los servicios naturales de polinización están decreciendo en diversas partes del mundo, principalmente por la deforestación, fragmentación del hábitat, el desarrollo urbano en regiones antes silvestres, la introducción de especies exóticas y las prácticas agrícolas agresivas con el medio ambiente (Bonilla 2010). La destrucción de ambientes naturales elimina plantas que proveen alimento a los polinizadores, además de sitios adecuados para su nidificación (Garibaldi et al. 2012).

En este bosque, hay predominio de especies de plantas con flores campanuladas y zigomorfas de tamaño mediano y grande (IAvH 1998) y el sistema de polinización por insectos, principalmente por abejas, es el predominante. Pero en la actualidad es necesario aumentar el conocimiento sobre las abejas silvestres en bosques secos tropicales de Colombia, a pesar de que estudios realizados en otros países demuestran que más de la mitad de las especies de plantas de estos bosques son polinizados por estos insectos (González 2014).

Por lo anterior, y dada la importancia del presente estudio, se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de la composición florística sobre la diversidad de abejas silvestres y su espectro polínico en un bosque seco tropical del Parque Regional - Los Besotes?

## **1.4 Objetivos**

### **1.1.1 General**

- Evaluar la diversidad de abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) y su espectro polínico en un bosque seco tropical en el Parque Regional - Los Besotes, Valledupar – Cesar.

### **1.1.2 Específicos**

- Determinar la diversidad de abejas silvestres con respecto a la composición florística de bosque seco tropical en el Parque Regional - Los Besotes.
- Comparar la composición y diversidad de abejas en dos épocas climáticas (lluviosa y seca) en el Parque Regional - Los Besotes.
- Identificar el origen botánico del espectro polínico de las abejas silvestres del Parque Regional – Los Besotes.





## Capítulo 2: Análisis de la diversidad de abejas silvestres y su relación con las formaciones vegetales en el Parque Regional los Besotes, Valledupar – Cesar.

### Resumen

Se estudió la riqueza e incidencia de especies de abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) en un bosque seco del Parque Regional - Los Besotes en tres zonas: A (900–1000 m) dominada por *Machaerium biovulatum*, B (600-700 m) por *Eugenia procera* y C (200-300 m) por vegetación de tipo matorral espinoso y herbazales. Los muestreos se realizaron en abril (seca) y junio - julio (lluvias) de 2015. Se emplearon trampas Van Someren, esencias y captura manual. Se calcularon estimadores de riqueza no paramétricos para construir la curva de acumulación de especies para el muestreo completo. El análisis de diversidad alfa se realizó con los perfiles de diversidad basados en los números de Hill para las tres zonas y las dos épocas. Se evaluó la diversidad Beta con los índices Jaccard Clásico [Jabc] y Jaccard ajustado basado en la incidencia [Jinc]. Total se recolectaron 3794 individuos, pertenecientes a 45 especies de las familias Halictidae y Apidae, esta última aportó el mayor número de especies en las dos épocas y *Trigona amalthea* fue la más abundante (732 individuos). De acuerdo con los perfiles de diversidad para los datos obtenidos, la época seca alcanzó la mayor diversidad. La zona C tuvo los mayores valores aunque se solaparon los IC para la riqueza. El ensamblaje de abejas silvestres en el parque Regional Los Besotes presenta una gran adaptabilidad a las variaciones en la oferta de los recursos florales, tanto estacionalmente como altitudinalmente; además este último está relacionado con las fuertes diferencias en la composición florística.

**Palabras clave:** Abejas silvestres, Apidae, Halictidae, Bosque Seco Tropical, diversidad, riqueza, conservación.

## Abstract

Wealth and incidence of species of wild bees (Apoidea: Hymenoptera Anthophila) was studied in a dry forest Regional Park - Los Besotes into three zones: A (900-1000 m) dominated by *Machaerium biovulatum*, B (600-700 m) by *Eugenia procera* and C (200-300 m) by vegetation thorn scrub and grassland type. The samples were taken in April (dry) and from June to July (rainy) 2015. Van Someren traps, essences and manual capture were used. Nonparametric richness estimators were calculated to construct the species accumulation curve for the full sample. Alpha diversity analysis was performed with diversity profiles based on numbers Hill for three zones and two eras. Beta diversity indices Jaccard Classic [Jabc] and Jaccard adjusted based on the incidence [Jinc] was evaluated. In total 3794 individuals belonging to 45 species of families and Apidae Halictidae latter it contributed the largest number of species in both seasons and *Trigona amalthea* was the most abundant (732 individuals) were collected. According to diversity profiles for the data obtained, the dry season reached the highest diversity. The area C had the highest values although the IC is floored to wealth. The assembly of wild bees in the Regional Park Los Besotes, has a great adaptability to changes in the supply of floral resources, both seasonally and altitudinally; the latter is also linked to the strong differences in the floristic composition.

**Keywords:** Wild bees, Apidae, Halictidae, tropical dry forest, richness, diversity, conservation.

## 2.1 Métodos

### 2.1.1. Área de estudio

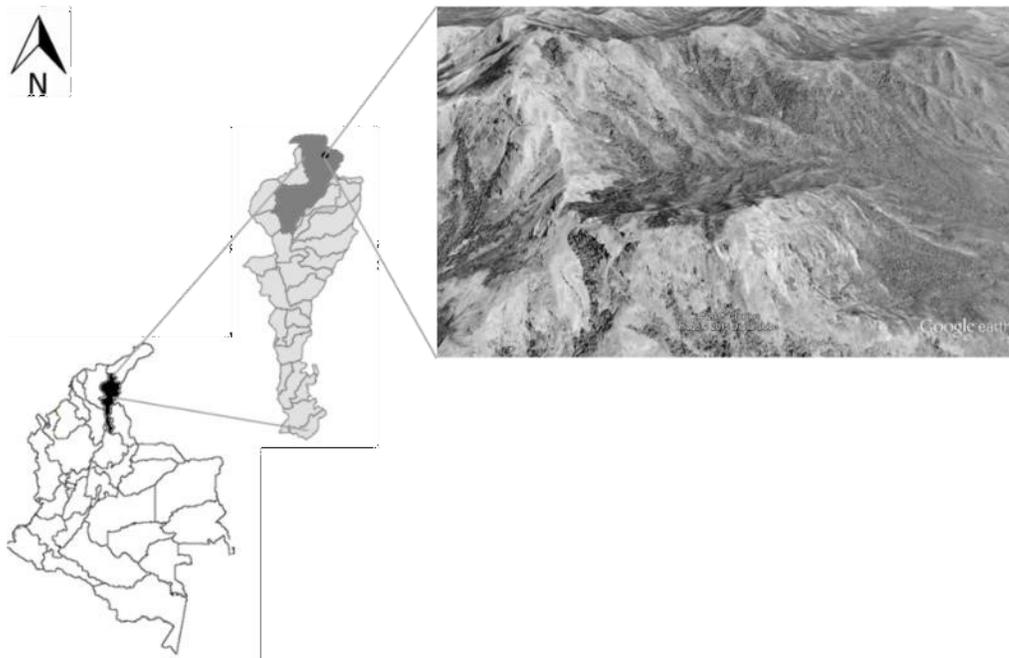
El Parque Regional - Los Besotes, se ubica en los corregimientos de Los Corazones y Río Seco del municipio de Valledupar, departamento del Cesar, en las estribaciones iniciales de la Sierra Nevada de Santa Marta (10°34'20,6" N, 73°16'33,5" W), fue creado por la Fundación Ecológica Los Besotes en el año de 1995, posteriormente gracias a la diversidad de aves presentes en el área, el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt (IAvH) y BirdLife International en el año 2002 la declararon la primera AICA (Áreas Importantes para la conservación de las aves) de Colombia. En el año 2008 la Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR, le concedió el rango de Santuario Regional de Vida Silvestre (Acuerdo 012 del 16 de diciembre) y finalmente, fue declarado Parque Regional (Área Protegida) Los Besotes, por medio del Acuerdo 050 de julio 17 de 2013 por parte de la misma institución (Gutiérrez, comunicación personal).

Este Parque presenta un rango altitudinal desde los 200 msnm hasta que alcanza su punto más alto en el denominado “Cerro de Los Cóndores” a 1680 msnm, lugar donde se ubica la divisoria de aguas entre la quebrada Aguas Blancas y el arroyo Sabana de las Minas (Barbosa et al. 2008), tiene una extensión de 3.555,8 hectáreas, se localiza entre los valles de los ríos Cesar y Ranchería y representa una porción importante del bosque seco tropical del Caribe Colombiano, con diversas comunidades de rabo de iguana o siete cueros - *Machaerium biovulatum* y guayabo rojo o arrayán - *Eugenia procera*; igualmente se encuentra vegetación de tipo matorral espinoso y herbazales en las áreas de recuperación (Berdugo y Rangel 2015).

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge, la zona pertenece a un bosque seco tropical (Bs-T) (Holdridge et al. 1964) con precipitaciones que varían entre 1250 y 1550 mm y temperatura media mensual superior a 24 °C. Según la clasificación de Caldas – Lang, en la zona se presentan dos pisos térmicos: el cálido semiárido en la zona llana y de piedemonte y el templado semihúmedo sobre los 1000 msnm. Humedad relativa entre 48 y 80% y está influenciada por los vientos secos que se desplazan desde La

Guajira y transcurren por el corredor conformado entre la Serranía del Perijá y la vertiente oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Barbosa et al. 2008) (Figura 1-1).

**Figura 2-1:** Área de estudio, Parque Regional – Los Besotes.



El régimen de precipitación es bimodal con los mayores registros entre abril y junio y septiembre a noviembre; la época seca ocurre entre diciembre a marzo y julio a agosto. Sin embargo, entre los dos periodos de mayor precipitación se presentan lluvias esporádicas de moderada intensidad, de gran importancia para la regulación hídrica (Barbosa et al. 2008).

El sustrato es pedregoso, con suelos poco desarrollados (entisoles) debido a las fuertes pendientes. Aunque en el pasado las áreas fueron utilizadas para actividad agropecuaria, en la actualidad el 92% está dedicado a la conservación. El 40% de los bosques son secundarios en procesos de restauración natural de más de 10 años y los de la cima y ribereños aún conservan las características originales (Barbosa et al. 2008).

## 2.1.2 Trabajo de campo

Las áreas de muestreo se seleccionaron con base en la composición florística caracterizada por Berdugo y Rangel (2015), en donde las diferentes formaciones o comunidades se agrupan en la formación mayor de *Machaerium biovulatum* (rabo de iguana, siete cueros) y *Eugenia procera* (guayabo rojo, arrayán) que incluye dos grandes formaciones de bosques tropicales secos. La gran formación de los bosques de *Bursera simaruba* (resbala mono) y *Pterocarpus acapulcensis* (sangregao) entre 570 m y 900 m de altitud en sitios con una pendiente entre media y fuerte (20° a 70°) con un dosel entre 12 m y 25 m de altura. En esta formación se diferenciaron los bosques dominados por *Spondias mombin* (jobo) y *Calliandra magdalenae* (carbonero) entre 770 m y 790 m de altitud, con un dosel de 10 m a 12 m de altura con individuos aislados emergentes de 21 m y los bosques de *Cochlospermum vitifolium* (bototo, algodoncillo, papayote, majaguillo, papayuelo) y *Astronium graveolens* (quebracho) entre 570 m y 690 m de altitud, con un dosel de 10 m a 12 m de altura con emergentes de 26 m (Berdugo y Rangel 2015).

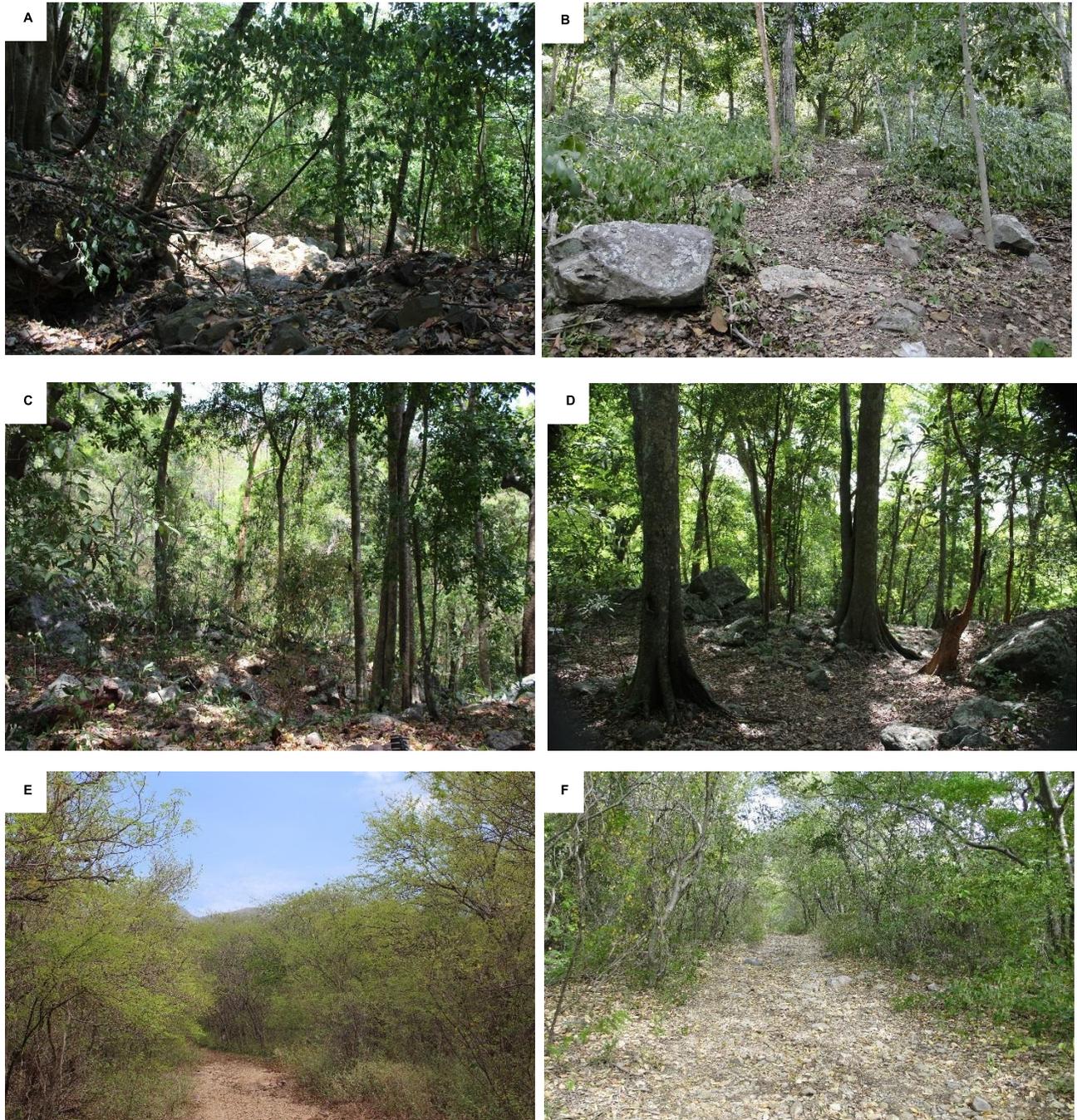
La otra gran formación es la de *Myrcianthes fragrans* (guayabo, arrayán) y *Brosimum alicastrum* (guáimaro) entre 630 m y 1046 m de altitud en sitios con una pendiente media y fuerte (20° a 70°), que constituyen bosques primarios poco intervenidos con un dosel entre 15 m y 25 m de altura. En esta formación se diferenciaron los bosques de *Simira cordifolia* (pijiño) y *Sapindus saponaria* (pepo, jaboncillo, siminuñe, jabo) entre 630 m y 760 m de altitud, con un dosel de 13 m a 16 m de altura con emergentes de 22 m y a los bosques de *Clavija sanctae-martae* (huevoemorrococoy) y *Ocotea macrophylla* (aceituno, jigua) entre 900 m y 1050 m de altitud, con un dosel de 15 m a 20 m de altura con individuos aislados emergentes de 25 m (Berdugo y Rangel 2015).

En el área del santuario igualmente se establece el bosque espinoso de *Pereskia guamacho* (guamacho) y *Piptadenia flava* (dormilón), entre 240 m y 260 m de altitud con elementos arborescentes que alcanzan entre 7 m y 10 m de altura (Berdugo y Rangel 2015).

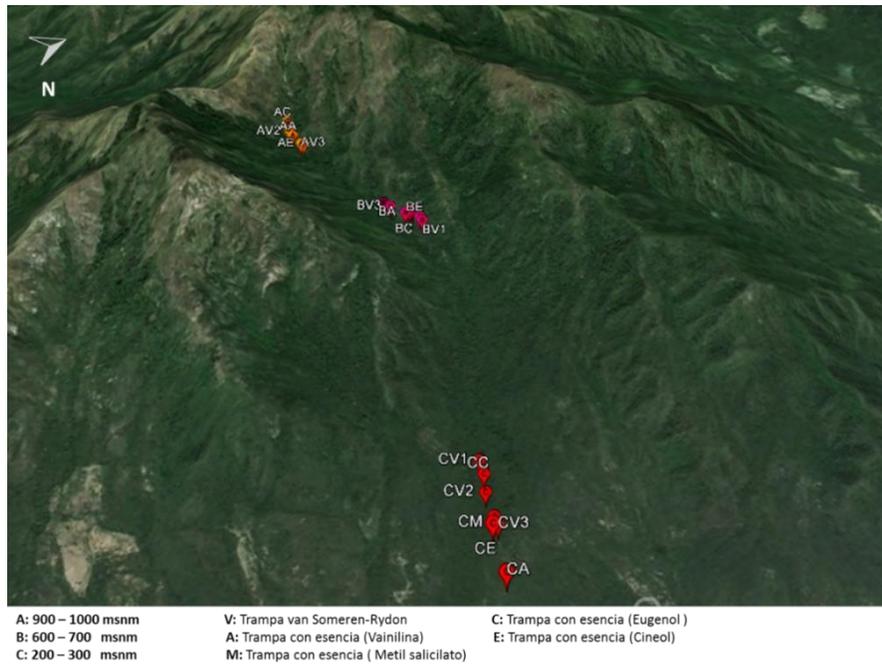
Para la presente investigación se tuvo en cuenta el rango entre los 200 y 1000 msnm (Figura 2-3). La primera zona de muestreo (Zona A) se ubicó entre 900 – 1000 msnm; (Zona B) entre 600 – 700 msnm; y la (Zona C) entre 200 -300 msnm (Figura 1-4). Dichos gradientes, se determinaron con base al estudio realizado por Berdugo y Rangel (2015)

anteriormente mencionado, quienes trabajaron en un gradiente entre los 248 y 1046 msnm (Figura 2-3) (Earth 2015).

**Figura 2-2:** Zonas de muestreo: Época seca: A) zona A, C) zona B, E) zona C; Época lluviosa: B) zona A, D) zona B y F) zona C.



**Figura 2-3:** Puntos de muestreos en el Parque Regional - Los Besotes. Google Earth Image 2015 © DigitalGlobe.

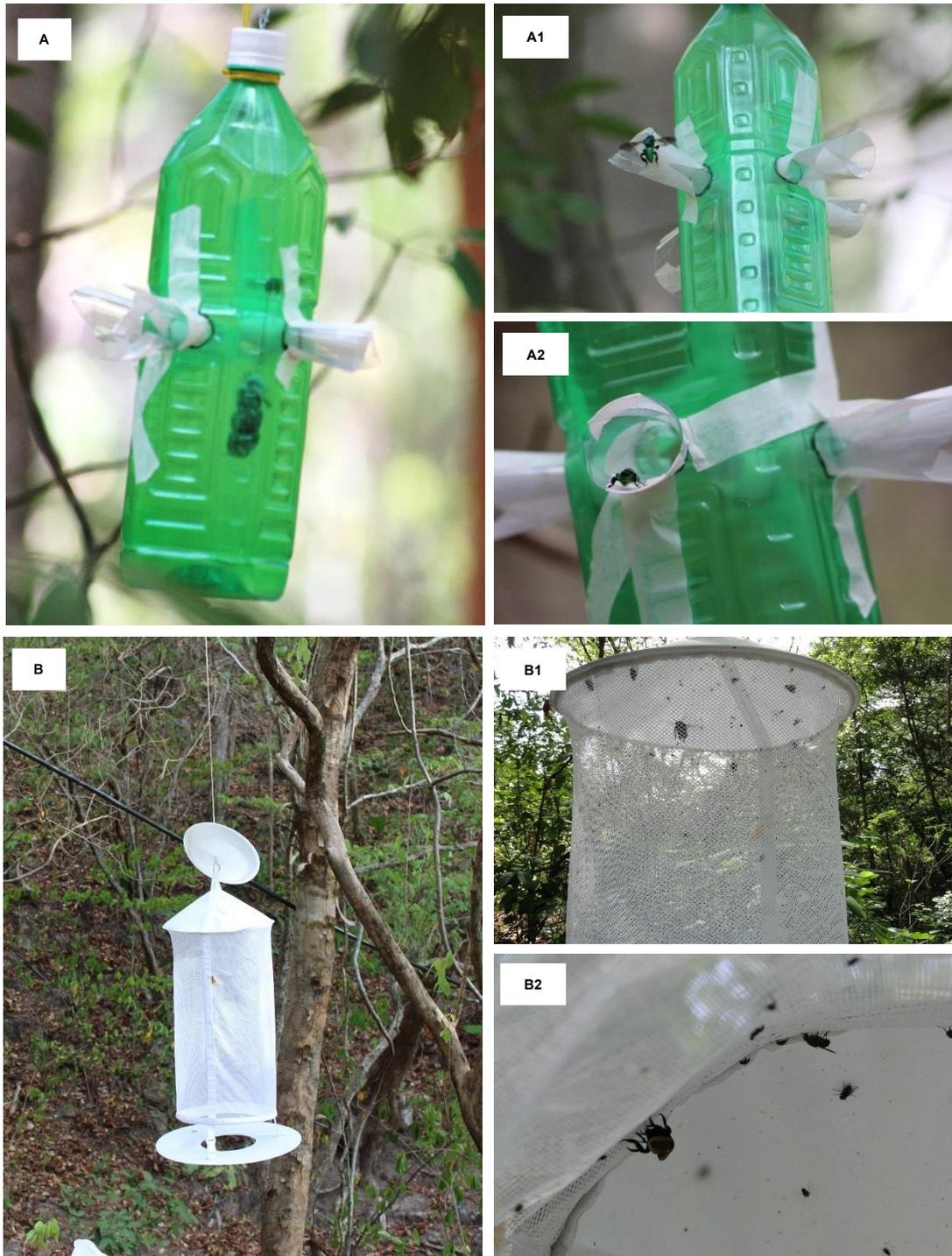


### 2.1.3 Muestreo

Los muestreos de abejas silvestres fueron realizados en dos épocas climáticas, seca (abril) y lluviosa (finales de junio principios de julio) del año 2015, para un total de 48 días, lo cual representó un esfuerzo total de muestreo de 1440 horas/hombre, distribuido en los 24 días de muestreo por cada época.

En cada estación de muestreo se localizaron los métodos de captura, que fueron trampas van Sommeren, captura manual (red entomológica), y esencias en trampa plástica (vainillina, metil salicilato, eugenol y cineol). Las trampas Van Sommeren (3) se colocaron a lo largo del recorrido utilizando como cebo, pescado de río en descomposición; el método de esencias en trampa plástica (Figura 2-4), se elaboró según modelo utilizado por Smith y González (2007) y cuyos cebos se recargaron en cada recorrido y finalmente para la captura manual fue llevada a cabo por tres personas que realizaron recorridos libres a lo largo del gradiente por intervalos de dos horas desde las 07:00 a.m hasta las 05:00 p.m.

Cada uno de los métodos de muestreo fue utilizado durante 10 horas diarias.

**Figura 2-4:** Trampa con esencias: A, A1 y A2. Trampa Van Someren: B, B1 y B2

Las abejas se preservaron en etanol al 70%. Cada frasco fue debidamente rotulado y codificado con un patrón que identificaba la zona, método de muestreo, franja horaria y finalmente el día de muestreo.

### **2.1.4 Laboratorio**

La identificación de los especímenes recolectados se realizó con base a las claves de (Bonilla y Nates 1992), (Liévano et al. 1994), (Michener et al. 1994), (Ayala 1992), (Smith 1999), (Michener 2007), (Rasmussen 2003), (González et al. 2005), (Nates 2005) y (Silveira et al. 2002). Adicionalmente, se empleó la colección del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN) Departamento de Biología –Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá y se contó con la colaboración de especialistas como el Doctor Allan H. Smith Pardo, PhD del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el profesor Rodolfo Ospina Torres y el estudiante Jesús Hernando Gómez Llano de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

Los individuos que no fueron identificados hasta especie, fueron nombrados como morfoespecies (msp) y su respectivo número consecutivo.

Finalmente, los ejemplares entomológicos fueron depositados en el Museo Entomológico Francisco Luís Gallego de la Universidad Nacional – sede Medellín, Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN) de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá, Colección biológica de la Universidad del Magdalena – CB- UMAG y la Colección Entomológica del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt - IAvH.

### **2.1.5 Análisis de datos**

Teniendo en cuenta que las abejas silvestres presentan diferentes estructuras sociales y otras no, los análisis de diversidad se realizaron con datos de incidencia de las especies observadas a lo largo del muestreo, Se calcularon con EstimateS 9 (Colwell 2013) cuatro estimadores de riqueza no paramétricos basados en la incidencia (ICE, Chao2, Jack1 y Jack2) (Colwell y Coddington 1994). Con estos estimadores se elaboró la curva de acumulación de especies para el muestreo completo y para cada uno de los grupos de análisis, además se incluyeron las curvas de las especies raras (únicos y duplicados), porque su comportamiento puede sugerir si el muestreo es aceptable aunque no se alcance una eficiencia del muestreo del 85% (Villarreal et al. 2006).

### 2.1.5.1 Diversidad alfa ( $\alpha$ )

El análisis de diversidad alfa se realizó construyendo los perfiles de diversidad propuestos por Chao y Jost (2015) para cada grupo de análisis, estos involucran los tres principales ordenes de diversidad;  $q_0$ = riqueza;  $q_1$ = uniformidad (Exponencial del índice de entropía de Shannon  $eH'$ );  $q_2$ = dominancia (Inverso del índice de Simpson ( $1/D$ )). Los perfiles de diversidad facilitan la comparación entre múltiples ensamblajes, porque son construidos en función del número de especies efectivas para cada orden de diversidad (0, 1 y 2) (Jost 2006). Los valores se calcularon con el programa SpadeR (Chao et al. 2015), que además de generar cálculos con los datos observados, realiza una estimación para cada ensamblaje bajo el supuesto de tener el 100% de las especies; con este procedimiento se calcula la probabilidad de encontrar nuevas especies en un futuro muestreo a partir del muestreo realizado; esta estimación es estable frente a muestreos incompletos lo que mejora la calidad del análisis (Chao y Jost 2012 ; Chao y Jost 2015). Adicionalmente, genera los intervalos de confianza para los perfiles de diversidad, aplicando un procedimiento de remuestreo (bootstrap). A partir de esto se puede determinar si existen diferencias en la diversidad de los ensamblajes; si dos perfiles no cruzan sus intervalos de confianza el perfil superior tendrá una mayor diversidad (Chao y Jost 2015).

La comparación de la riqueza de especies entre épocas (seca y lluviosa) y zonas (A, B y C) de muestreo, se realizó con la ayuda del programa iNEXT Online (Chao et al 2016) que aplica la metodología de Chao y Jost (2012) para construcción de curvas de rarefacción. Esta permite adicionar a las curvas tradicionales una extrapolación del número de especies en función de la abundancia (predicción); al igualar la cobertura del muestreo de todas las unidades a comparar, se reduce el sesgo generado por las diferencias en el esfuerzo de muestreo. La cobertura del muestreo se define como la proporción del número total de individuos en una comunidad que pertenece a las especies representadas en la muestra (Chao y Jost 2012).

Cuando se comparan muestras con la misma cobertura se puede comparar la diversidad de dos comunidades con base en una misma proporción de individuos, ya que la comparación se basa en las características de la comunidad en vez de los esfuerzos de muestreo (Chao y Jost 2012). Por lo anterior se empleó un modelo con datos de incidencia que tienen en cuenta los números de Hill, los cuales son una familia unificada matemáticamente de índices de diversidad (Chao et al. 2014).

### 2.1.5.2 Diversidad beta ( $\beta$ )

Para calcular la similitud de las comunidades de abejas entre zonas y épocas de muestreo, se empleó el índice de Jaccard ajustado basado en la incidencia [ $\bar{J}_{inc}$ ], que reduce el sesgo negativo generado por los índices clásicos, especialmente cuando el tamaño de la muestra es pequeño o la riqueza es alta; este índice incorpora el efecto de las especies exclusivas y compartidas que no fueron recolectadas, para corregir el efecto que tiene los muestreos con baja eficiencia. Adicionalmente por un procedimiento de remuestreo (bootstrap) estima el error estándar (ES) para el valor de similitud entre dos ensamblajes (Chao et al. 2004; Chao et al. 2006). Se realizó un análisis de correspondencia sin tendencia, el cual según Hammer et al. (2001), es un método de ordenamiento indirecto que involucra un procedimiento de reescalamiento que estandariza los puntajes de las muestras y los taxones, para tener varianzas iguales a uno, forzando a que la amplitud de las curvas de respuesta de las especies sean iguales.

Posteriormente, se realizó un NMDS (escalamiento multidimensional no métrico) teniendo en cuenta cada técnica de muestreo para cada época, con el fin de identificar agrupamientos entre las épocas y zonas de muestreo.

## 2.2 Resultados

### 2.2.1 Composición de especies

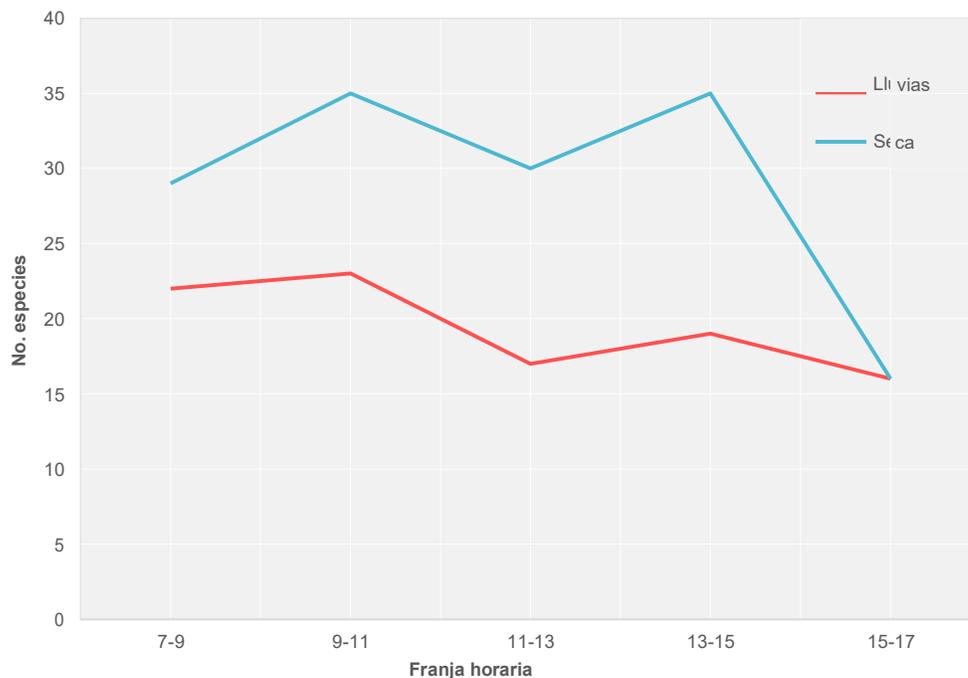
En total se recolectaron 3794 especímenes pertenecientes a 2 familias, 4 subfamilias, 10 tribus, 32 géneros y 45 especies (Tabla 2-5). En total se identificaron 23 especies (53,5%) y 22 hasta género, diferenciándolas por caracteres morfológicos (morfoespecies) (Anexo P).

Para efectos de los análisis no se incluyeron las hembras del género *Euglossa* (94 individuos), ni un macho de *Xylocopa* (1 individuo), particularmente por la falta de claves y porque el dimorfismo sexual presente en estos dos géneros dificulta asociar los dos sexos (Smith, comunicación personal).

La familia con mayor número de especies fue Apidae, seguida de Halictidae (Tabla 2-5), en las dos épocas de muestreo. Para la época lluviosa, la primera incluye 27 especies (96%) y la segunda solo una especie (4%), mientras que para la época seca, la primera incluye 42 especies (95%) y la segunda 2 (5%).

Las dos franjas de mayor actividad de las abejas silvestres en las dos épocas de muestreo se encuentran entre 9 - 11 y 13 – 15 horas, presentando la menor actividad en las franjas de 7 -9, 11 - 13 y 15 – 17 horas (Figura 2-5). En la época seca, el aumento en el número de especies entre las franjas de 7 – 9 horas fue mayor (de 29 a 35 especies) que en la época lluviosa (de 22 a 23 especies), al igual que la disminución en las 2 últimas franjas horarias (13 – 17 horas), en el que la reducción en el número de especies fue mayor en la época seca (de 35 a 16 especies) que en la lluviosa (de 19 a 16 especies).

**Figura 2-5:** Número de especies por franja horaria en cada época de muestreo.



**Tabla 2-1:** Lista de especies de abejas silvestres recolectadas en el Parque Regional - Los Besotes.

FAMILIA	SUBFAMILIA	TRIBU	NOMBRE CIENTÍFICO	ABREVIATURA	LLUVIOSA				SECA				TOTAL	
					A	B	C	SUBTOTAL	A	B	C	SUBTOTAL		
Apidae	Apinae	Meliponini	<i>Trigona (Trigona) amalthea</i>	Tama	166	185	32	383	160	164	25	349	732	
			<i>Melipona msp1</i>	Mms1	2	-	-	2	-	-	-	-	2	
			<i>Trigona (Tetragona) msp5</i>	Tms5	120	154	20	294	5	55	3	63	357	
			<i>Nannotrigona mellaria</i>	Nmel	149	27	2	178	88	78	1	167	345	
			<i>Trigona (Trigona) fulviventris</i>	Tful	32	53	6	91	169	21	14	204	295	
			<i>Trigona (Tetragona) msp4</i>	Tms4	18	30	33	81	123	58	4	185	266	
			<i>Scaptotrigona msp2</i>	Sms2	13	7	1	21	1	203	-	204	225	
			<i>Trigona (Trigona) corvina</i>	Tcor	44	28	51	123	5	56	17	78	201	
			<i>Plebeia (Plebeia) msp1</i>	Pms1	25	3	131	159	2	2	2	6	165	
			<i>Trigonisca msp1</i>	Tms1	8	22	99	129	2	19	11	32	161	
			<i>Trigona (Tetragonisca) angustula</i>	Tang	4	37	-	41	1	111	1	113	154	
			<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	Czex	17	7	6	30	6	2	52	60	90	
			<i>Partamona (Partamona) cupira</i>	Pcup	-	55	4	59	1	18	-	19	78	
			<i>Melipona favosa</i>	Mfav	1	-	9	10	9	-	20	29	39	
			<i>Lestrimelitta limao</i>	Llim	-	-	-	-	30	-	1	31	31	
		<i>Trigona msp3</i>	Tms3	6	-	31	37	4	4	2	10	47		
		<i>Trigona (Geotrigona) msp7</i>	Tms7	2	2	4	8	1	14	1	16	24		
		<i>Trigona (Frieseomelitta) msp6</i>	Tms6	-	1	2	3	2	-	3	5	8		
		Apini		<i>Apis mellifera scutellata</i>	Amel	3	19	1	23	19	49	3	71	94
		Tetrapediini		<i>Tetrapedia msp1</i>	Tpms1	2	-	1	3	12	3	76	91	94
Centridini		<i>Centris tarsata</i>	Ctar	-	-	-	-	8	1	58	67	67		
		<i>Centris geminata</i>	Cger	-	-	-	-	2	-	17	19	19		
		<i>Centris (Hemisiella) vittata</i>	Cvit	-	-	-	-	1	-	5	6	6		

Diversidad de abejas silvestres y espectro polínico en bosque seco tropical del  
Parque Regional – Los Besotes, Valledupar – Cesar, Colombia.

			<i>Epicharis (Epicharoides) msp1</i>	Ems1	-	-	-	-	1	-	5	6	6
			<i>Euglossa msp1 (Hembras) *</i>	Ems1	1	-	-	1	19	4	70	93	94
			<i>Euglossa imperialis</i>	Eimp	7	8	3	18	17	10	1	28	46
			<i>Eulaema cingulata</i>	Ecín	1	1	-	2	4	1	34	39	41
			<i>Eulaema polychroma</i>	Epol	-	1	-	1	6	-	13	19	20
		<b>Euglossini</b>	<i>Exaerete smaragdina</i>	Esma	-	-	-	-	2	9	2	13	13
			<i>Euglossa modestior</i>	Emod	1	-	-	1	-	5	4	9	10
			<i>Euglossa dressleri</i>	Edro	-	-	-	-	-	-	3	3	3
			<i>Eufriesea msp1</i>	Eums1	1	-	-	1	-	-	1	1	2
			<i>Euglossa cyanaspis</i>	Ecya	-	-	-	-	1	1	-	2	2
			<i>Eulaema nigrita</i>	Eni	-	-	-	-	1	-	1	2	2
		<b>Exomalopsini</b>	<i>Euglossa chlorina</i>	Echl	-	-	-	-	-	1	-	1	1
		<b>Ericrocidini</b>	<i>Exomalopsis msp1</i>	Exms1	1	1	-	2	-	-	-	-	2
			<i>Mesocheira bicolor</i>	Mbic	-	-	-	-	1	-	-	1	1
		<b>Centridini</b>	<i>Centris (Trachina) msp1</i>	Cms1	-	-	-	-	-	-	1	1	1
			<i>Hoplepicharis msp1</i>	Hms1	-	-	-	-	-	-	1	1	1
		<b>Xylocopini</b>	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) msp (Macho) *</i>	Xms	-	-	-	-	-	1	-	1	1
			<i>Xylocopa (Neoxylocopa) msp1</i>	Xms1	-	-	-	-	-	-	3	3	3
		<b>Xylocopinae</b>	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) msp2</i>	Xms2	-	-	-	-	-	3	1	4	4
		<b>Ceratinini</b>	<i>Ceratina (Calloceratina) msp2</i>	Cms2	-	-	-	-	6	-	-	6	6
			<i>Ceratina (Rhysoceratina) msp1</i>	Cms1	-	-	-	-	1	1	28	30	30
			<i>Augochlora msp1</i>	Ams1	-	-	-	-	1	-	-	1	1
<b>Halictidae</b>	<b>Halictinae</b>	<b>Augochlorini</b>	<i>Pseudaugochlora msp2</i>	Pdms2	-	-	1	1	-	-	-	-	1
			<i>Pseudaugochlora msp1</i>	Pdms1	1	-	-	1	-	-	2	2	3
<b>Total</b>					<b>625</b>	<b>641</b>	<b>437</b>	<b>1,703</b>	<b>711</b>	<b>894</b>	<b>486</b>	<b>2,091</b>	<b>3,794</b>

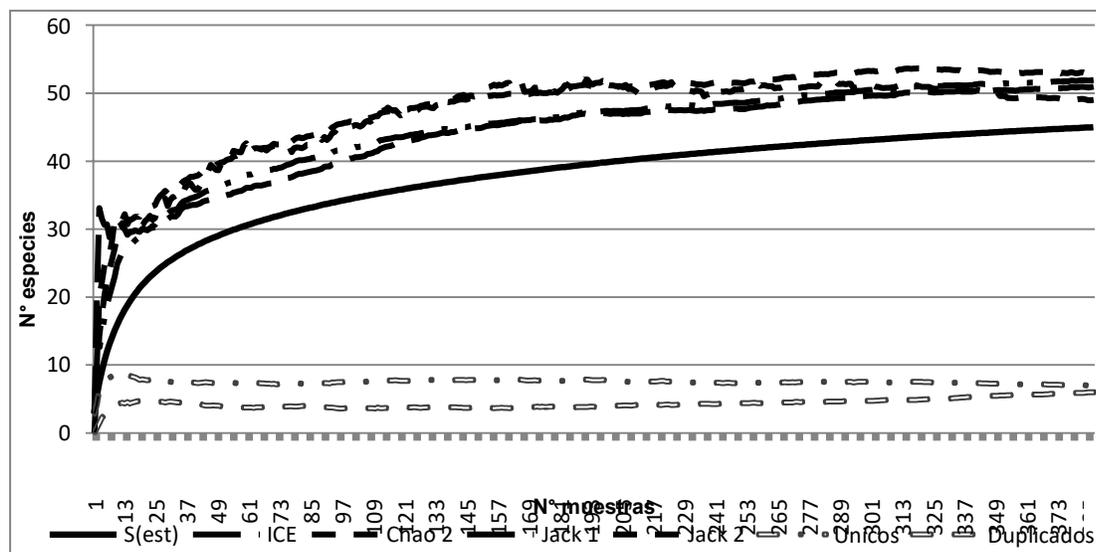
\*Morfoespecies excluidas del análisis.

Durante los 24 días de muestreo para la época lluviosa, se recolectaron 1703 individuos agrupados en dos familias, dos subfamilias, siete tribus, 16 géneros y 28 especies, a diferencia de la época seca, en la cual se recolectaron 2091 individuos agrupados en dos familias, tres subfamilias, nueve tribus, 23 géneros y 45 especies (Tabla 2-1).

La riqueza asociada a las zonas de muestreo en la época lluviosa fue mayor en la zona A con 23 especies, mientras que para las zonas B y C fue de 19 especies cada una. De los 1703 individuos capturados, la zona A aportó el 37%, la B el 38% y la C el 26%. Para el caso de la época seca, la que presentó mayores especies fue la zona C con 25 especies. De los 2091 individuos capturados en esta época, la primera aportó el 34%, la segunda el 43%, la tercera 23%.

En la curva de acumulación de especies construida con los cuatro estimadores de riqueza, se observa una buena eficiencia para el muestreo de abejas en el Parque Regional - Los Besotes (88%) (Figura 2-6). Los estimadores de riqueza empleados (ICE, Chao 2, Jackknife 1 y 2) (Tabla 2-2) predicen que para el área de estudio pueden encontrarse entre 33 y 49 especies. La curva muestra que el comportamiento de las especies es el esperado para un buen muestreo, porque a medida que avanzó el muestreo los duplicados y únicos (Especies raras) se mantuvieron constantes, con una pequeña disminución al final (Figura 2-6).

**Figura 2-6:** Curva de acumulación de especies.



Teniendo en cuenta los estimadores de riqueza basados en la incidencia, en la época lluviosa la eficiencia de muestreo se encuentra entre el 75% y 82%, la época seca entre 86% y 92%, la zona A entre 54% y 73%, la zona B entre 68% y 73% y finalmente la zona Centre 71% y 75% (Tabla 2-2).

**Tabla 2-2:** Estimadores de riqueza basados en la incidencia.

		<b>Chao 2</b>	<b>ICE</b>	<b>Jackknife 1</b>	<b>Jackknife 2</b>
<b>Época</b>	<b>Lluviosa (27)</b>	33 (82%)	35 (77%)	33 (82%)	36 (75%)
	<b>Seca (42)</b>	46 (92%)	46 (91%)	48 (88%)	49 (86%)
<b>Zonas</b>	<b>A (38)</b>	70 (54%)	53 (71%)	52 (73%)	63 (61%)
	<b>B (28)</b>	39 (73%)	41 (69%)	36 (78%)	41 (68%)
	<b>C (38)</b>	50 (75%)	49 (78%)	48 (79%)	54 (71%)

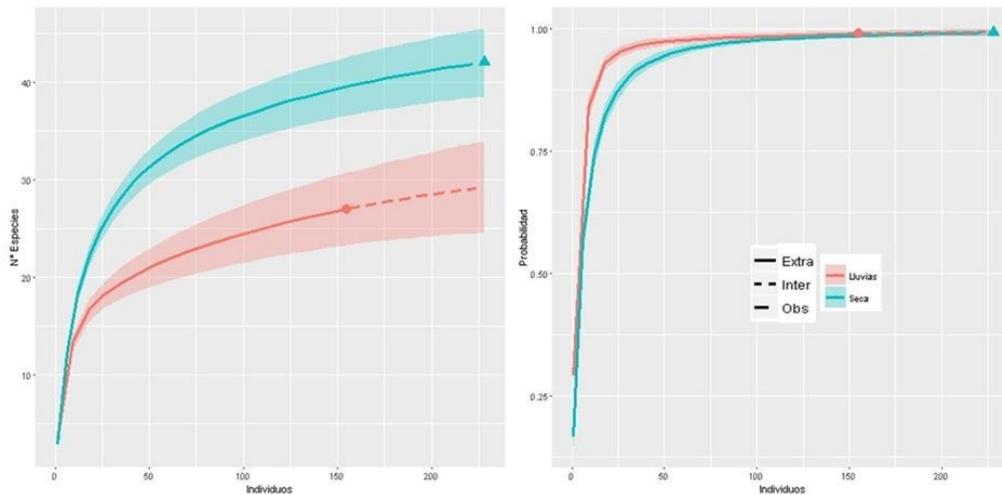
### 2.2.2 Curvas de rarefacción

Las curvas de rarefacción se realizaron teniendo en cuenta la metodología propuesta por Chao y Jost, 2012, en donde se incluyen los valores de interpolación y extrapolación.

Las curvas de rarefacción elaboradas en función de las épocas de muestreo, revelan que hay diferencias significativas en la riqueza de especies por que no se solapan los intervalos de confianza (Chao y Jost 2015) y muestran que la época seca presentó mayor riqueza de especies que la época lluviosa. Mientras que la época seca alcanzó su máximo de riqueza con 42 especies y una incidencia de 228 unidades de muestreo, la época lluviosa lo alcanzó con 27 especies y una incidencia de 155 unidades de muestreo (Figura 2-7a).

La interpolación hace referencia a los observado (línea discontinua), es decir, la riqueza de especies agrupada en el conjunto completo de muestras mientras que la extrapolación es la predicción (línea continua) se refiere a cuantas especies serían encontradas en un conjunto de muestras más grande del mismo ensamblaje, que corresponde a la riqueza “verdadera”, lo que indica una buena aproximación a la diversidad de abejas silvestres de las épocas muestreadas, porque faltarían pocas especies por incluir en el análisis (Figura.2-7b).

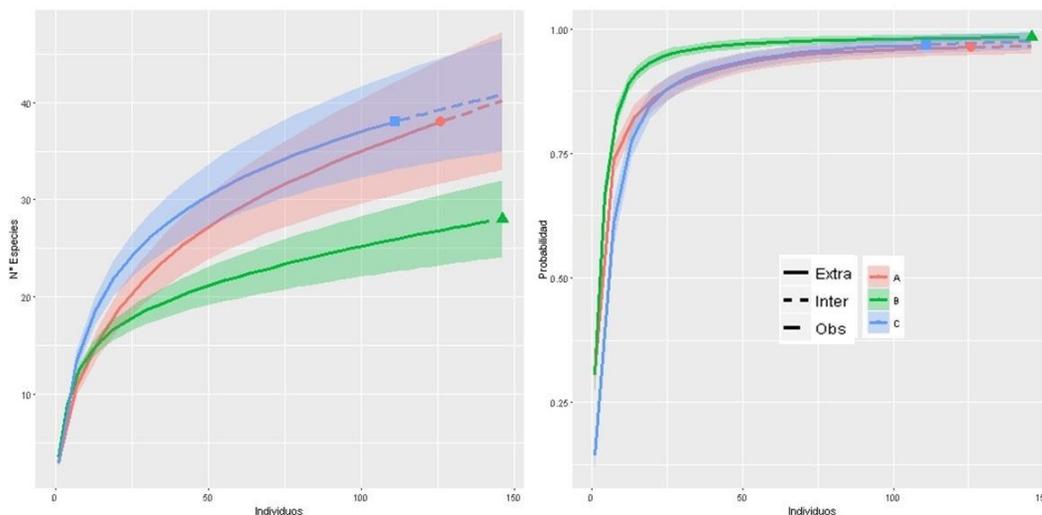
**Figura 2-7:** Curvas de rarefacción para las dos épocas de muestreo.



Las curvas de rarefacción elaboradas en función de las zonas de muestreo, evidencian que no hay diferencias significativas entre las zonas A y C (líneas roja y azul) por que los intervalos de confianza se solapan presentando mayor similitud, siendo la zona B (línea verde) la que presenta mayores diferencias. La zona B presentó la menor riqueza llegando al máximo con 28 especies y una incidencia de 146 unidades de muestreo y las zonas A y C las mayores riquezas, las dos con 38 especies e incidencias de 126 y 111 unidades de muestreo respectivamente (Figura.2-8a).

Con relación a la extrapolación, al igual que la evidenciada en las épocas de muestreo, reflejan una buena aproximación a la diversidad de abejas silvestres de las zonas muestreadas, porque faltan pocas especies por incluir en el análisis (Figura.2-8b).

**Figura 2-8:** Curvas de rarefacción para las tres zonas de muestreo, A, B y C.



### 2.2.3 Perfiles de diversidad.

Los perfiles de diversidad están realizados en función del número de especies y tienen en cuenta tres órdenes de diversidad que son  $q_0$  (riqueza total),  $q_1$  (especies uniformes, con abundancias similares) y  $q_2$  (número de especies dominantes).

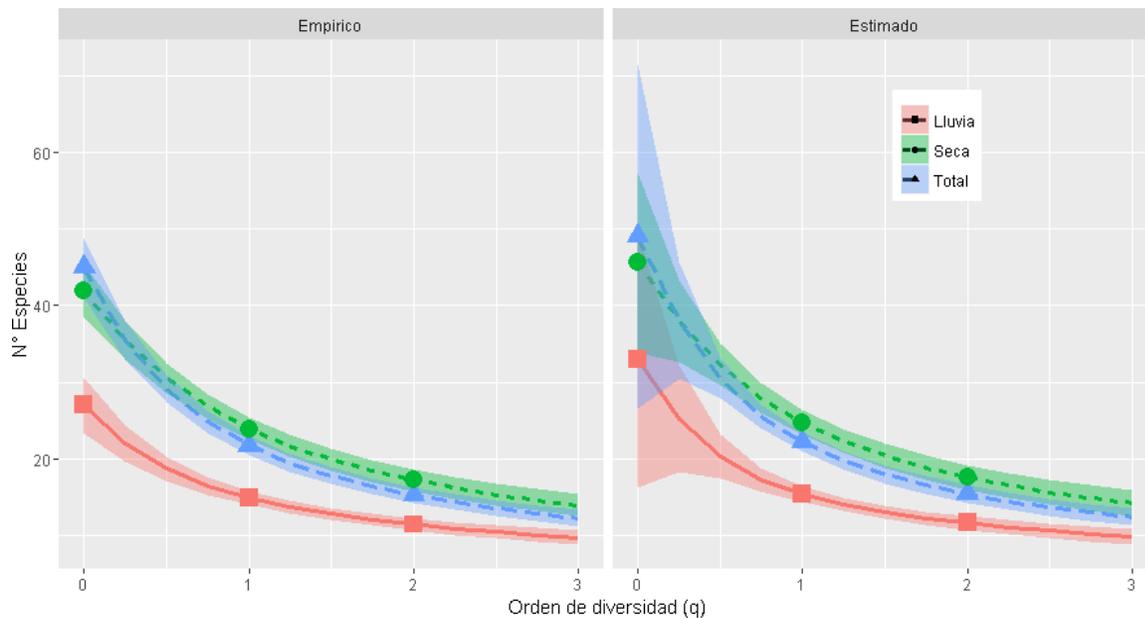
Las épocas seca y lluviosa presentaron diferencias significativas en los perfiles observados, porque sus respectivos perfiles no se solaparon (Chao & Jost 2015). El mayor perfil fue el de la época seca; para el orden 0 ( $q_0$ ) fue 1.5 veces más grande que el de lluvias (42 vs 27 especies), para el orden 1 ( $q_1$ ) 1.6 veces (24 vs 15 especies), y para el orden 2 ( $q_2$ ) fue 1.5 (17 vs 11 especies) (Figura 5). En cuanto a los perfiles esperados para el orden 0 ( $q_0$ ) fue 1.4 veces más grande que el de la época lluviosa (46 vs 33 especies), pero en general el comportamiento de los perfiles es similar a los empíricos. En  $q_1$  la riqueza fue 1.6 veces mayor (24 vs 15 especies) y en  $q_2$  fue 1.5 veces (18 vs 12 especies) (Figura 2-9).

Igualmente en la figura 2-9 a, se presenta el perfil empírico y el b es el estimado. Para el caso del primero teniendo en cuenta las épocas de muestreo (líneas verde y roja), esta no se solapan lo que indica que en todos los órdenes de diversidad hay diferencias significativas lo que valida el comportamiento mostrado por las curvas de rarefacción.

Adicionalmente, se incluyó el perfil del total del muestreo el cuál se solapa con el perfil de la época seca, mientras que el de la época lluviosa es inferior. Esto indica que para un futuro muestreo en la zona, con intensificar el muestreo en la zona seca podría ser suficiente para abordar la diversidad de abejas en este u otro bosque seco tropical.

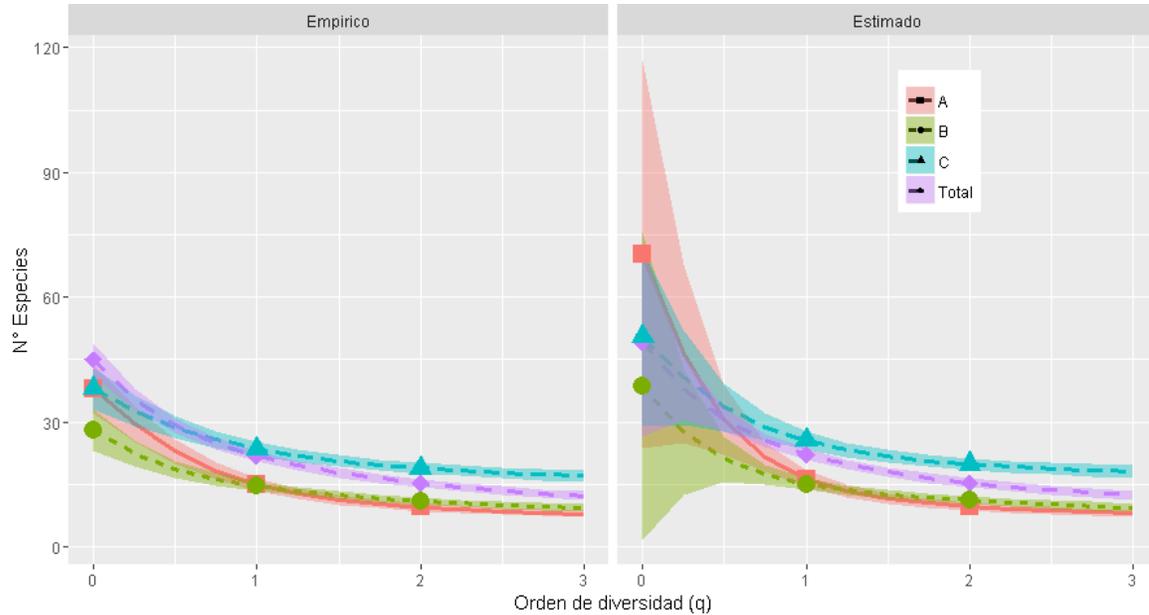
En el caso de los valores estimados, la proyección que propone Chao y Jost bajo un muestreo completo y una eficiencia del 100%, el resultado muestra que la riqueza no presenta diferencias, pero si se mantiene la diferencia en los órdenes  $q_1$  y  $q_2$  y en efecto se mantiene la tendencia de que la época seca y el total tengan un comportamiento similar al solaparse sus perfiles.

**Figura 2-9:** Perfil de diversidad por épocas de muestreo.



Los perfiles de diversidad observados para las zonas de muestreo (A, B y C) no mostraron diferencias significativas en el orden  $q_0$ , porque sus respectivos intervalos de confianza se solapan (Chao y Jost 2015), relacionado con la riqueza. Sin embargo en el rango  $q_1$  y  $q_2$ , donde se ubican los valores relacionados con la uniformidad y la dominancia, si se perciben diferencias. El mayor perfil fue el de la zona C; para  $q_1$  fue 1.6 veces más grande que la zona B (26 vs 15 especies) y la zona A (26 vs 16 especies), y para el orden 2 ( $q_2$ ) fue 1.8 más grande que la zona B (20 vs 11 especies) y 2 veces que la zona A (20 vs 10 especies) (Figura 2-10). La zona C es el perfil más alto lo que indica que la diversidad es mayor, siendo el perfil totl más afina esta zona.

En cuanto a los perfiles esperados los dos órdenes con diferencias fueron el 1 ( $q_1$ ) 1.6 veces más grande que la zona A y B (24 vs 15 especies), y para el orden 2 ( $q_2$ ) fue 1.7 más grande que la zona B (19 vs 11 especies) y 1.9 veces que la zona A (19 vs 10 especies), pero en general el comportamiento de los perfiles es similar a los empíricos, manteniéndose la tendencia.

**Figura 2-10:** Perfil de diversidad por zonas de muestreo.

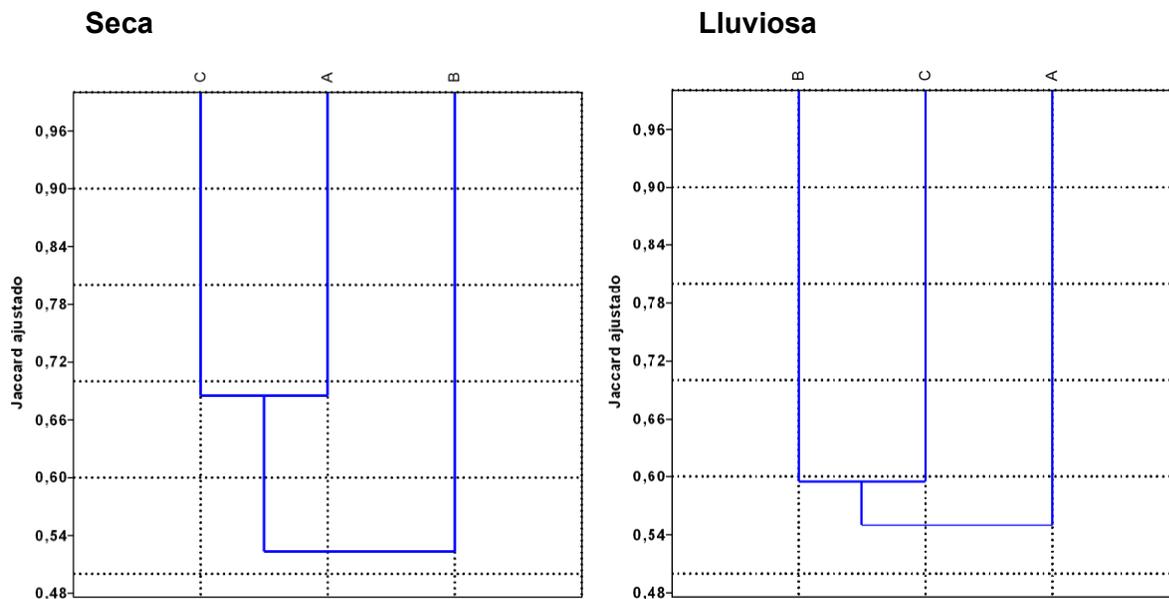
La especie dominante en las dos épocas de muestreo fue *Trigona amalthea*, la segunda fue *T. fulviventris* en época seca y *Trigona msp5* en la época lluviosa y la tercera en época seca fue *Scaptotrigona msp2* y *T. corvina* en época lluviosa. *T. amalthea*, igualmente fue una especie dominante para las zonas A y B en las dos épocas, a diferencia de la zona C en que para la época seca dominó *C. tarsata* y en la época lluviosa dominó *T. corvina*. La zona C fue la que presentó más especies dominantes y uniformes (Figura 2-10).

## 2.2.4 Índices de diversidad Beta ( $\beta$ )

Las estimaciones de la diversidad beta ( $\beta$ ) calculadas a partir del índice de Jaccard ajustado basado en la incidencia [ $\bar{J}_{inc}$ ] presentan una alta similitud entre las zonas para las dos épocas de muestreo. Los valores del índice oscilaron entre 0,51 y 0,68 para la época seca y entre 0,52 y 0,60 para la época lluviosa. En la época seca la mayor similitud la presentaron las zonas A y C. En la época lluviosa se encontró el 48% de las especies en las tres zonas (13), y en la época seca alcanzó el 45% (19), mientras que en la época lluviosa la mayor similitud se observó entre las zonas B (600 – 700 msnm) y C (200 – 300

msnm); sin embargo, la zona A (900 – 1000 msnm) exhibe una alta similitud con las dos zonas anteriores (Figura 2-11).

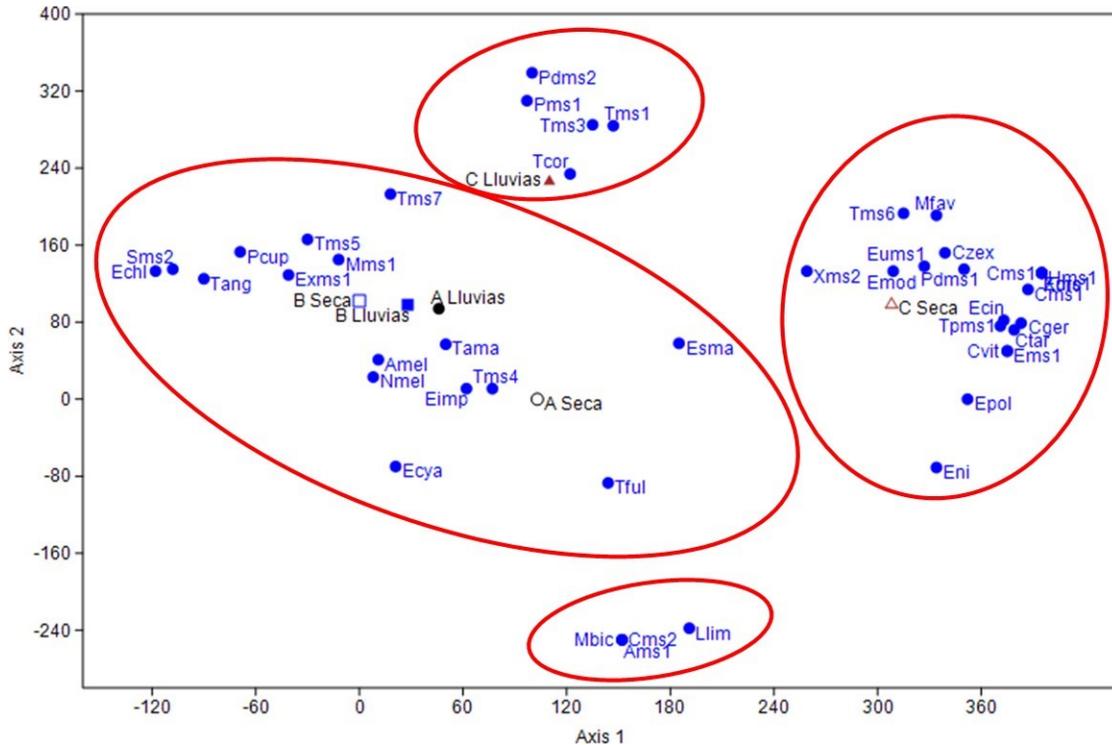
**Figura 2-11:** Dendrograma de similitud para las dos épocas de muestreo con el índice de Jaccard ajustado basado en la incidencia [ $\bar{J}_{inc}$ ].



El análisis de correspondencia sin tendencia, DCA con los datos de incidencias, el cuál es específico para datos ecológicos y evita el problema de la distorsión de los datos en la forma de un arco, muestra que el eje X explica el 65% de la dinámica de distribución de las especies y el eje Y el 28%, es decir que en la figura 2-12 se representa el 94% de la variabilidad de la presencia de especies por época y zona.

En las zonas A y B se encuentran concentradas las mismas especies representadas en el eje X y las diferencias en el eje Y, parte superior, se debe a las incidencias de las especies *Lestrimelitta limao* Smith, 1863 (Llim), *Ceratina (Calloceratina) msp2* (Cms2), *Augochlora msp1* (Ams1), *Mesocheira bicolor* (Mbic), recolectadas todas en época seca en la zona A, al igual que las especies que se agrupan en el óvalo de la parte inferior, como lo son *Pseudaugochlora msp2* (Pdms2), *Plebeia (Plebeia) msp1* (Pms1), *Trigona msp3* (Tms3), *Trigonisca (msp1)* (Tms1) y *T. corvina* (Tcor) (figura 2-12).

**Figura 2-12:** Análisis de correspondencia sin tendencia para las especies de abejas silvestres en dos épocas climáticas, en tres zonas de muestreo.



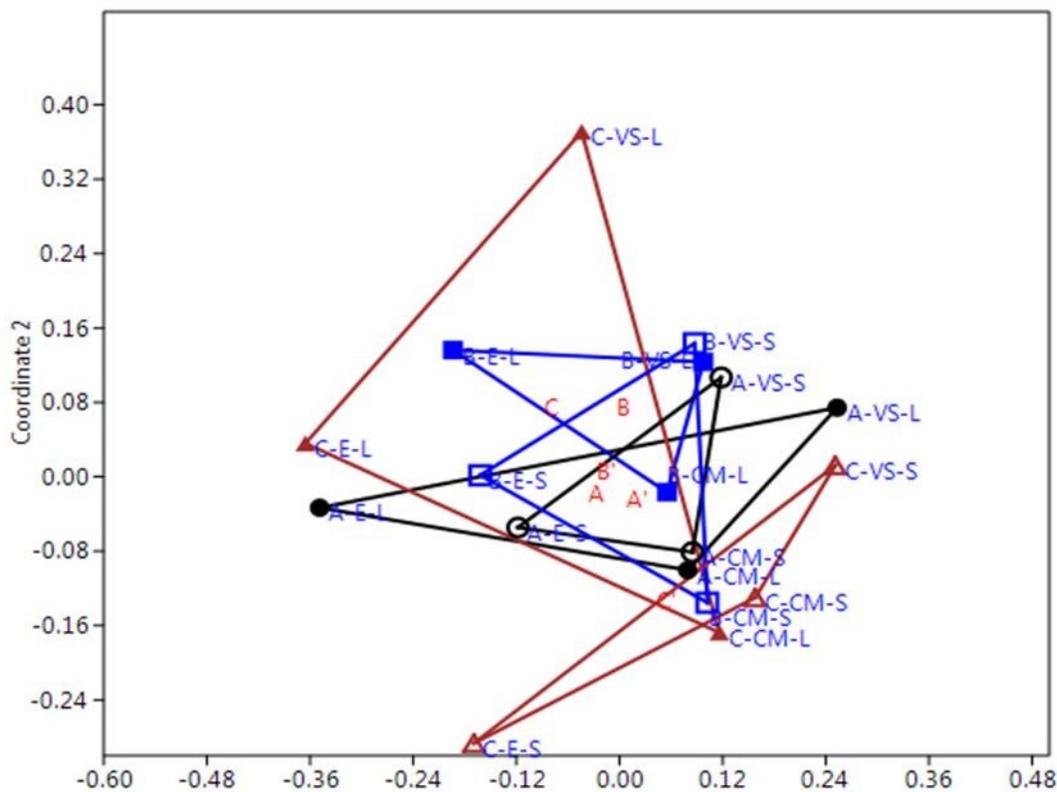
El NMDS (escalamiento multidimensional no métrico), mostró un claro apareamiento entre los polígonos generados con cada técnica de muestreo para cada época agrupándose en un mismo sector de la gráfica por lo que no se muestran cambios fuertes entre estas (Figura 2-13) siendo más evidente con las técnicas de captura manual y Van Someren, ya que la diferencia está más asociada a la colecta con esencias, que dependen de otros factores por lo que tratan de salir del agrupamiento de las otras zonas y épocas. La capturamanual, en la zona B de la época lluviosa es la que representa la mayor diversidad de abejas ya que se encuentra en el centro de la gráfica, mostrándose que no hay una respuesta de la diversidad de abejas al gradiente altitudinal, lo que sugiere que, si no se encuentran las mismas especies en la zona B, posiblemente es porque no fue recolectado; el resto de la variabilidad está asociada a las especies exclusivas para cada zona (figura 2-13).

Este análisis se realizó con el fin de identificar agrupamientos entre épocas y zonas de muestreo y así observar si dentro de los ensamblajes están apareciendo las mismas especies. La ubicación de cada polígono mantiene el mismo patrón en la esquina inferior donde se asocian las recolectas manuales independientemente de la zona. En la parte

superior tienden a agruparse las de van Someren y en la derecha las de esencias, las cuales tienden a salir del agrupamiento ya que dependen de otros factores.

La zona C en la parte superior es totalmente diferente presentando una mayor diversidad. Adicionalmente, con este ejercicio se pretende mostrar la complementariedad entre las técnicas de muestreo que muestran que con este conjunto de técnicas se hace una buena aproximación a la diversidad de abejas y no se están repitiendo esfuerzos.

**Figura 2-13:** Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) de las abejas silvestres recolectadas en el muestreo.



A ●, B ■ y C ▲ : época lluviosa (L), A' ○ , B' △ y C' □ : época seca (S), VS: Van Someren, CM: Captura manual y E: Esencias.

## 2.3 Discusión

Los resultados obtenidos mediante la presente investigación muestran una buena representación de la fauna de abejas silvestres que habita en el Parque Regional - Los Besotes para las tres zonas y dos épocas de muestreo, soportándose con la curva de acumulación de especies (Figura 2-6) donde los estimadores superan el valor teórico de eficiencia del 85% (88%). Esta información se complementa con la suministrada por las curvas de rarefacción por medio de la extrapolación, que indica la predicción de cuantas especies serían encontradas en un conjunto de muestras más grandes del mismo ensamblaje (Figura 2-7 y 2-8), y para el caso de las épocas y zonas de muestreo reafirma que se realizó una buena aproximación de la diversidad de abejas en dicho parque, en comparación con estudios realizados en bosques secos de Venezuela (Rodríguez et al. 2008), donde se recolectaron 44 individuos correspondientes a 9 especies, cuyos géneros fueron encontrados en el presente estudio.

La mayor riqueza identificada en la época seca puede estar asociada a la disponibilidad de una mayor cantidad de recursos florales, teniendo en cuenta que los bosques secos tropicales obedecen a diferentes temporadas de floración, que en este caso corresponden al mes de abril en donde se reporta floración de especies como el canoito (*Platypodium elegans*), Granadillo (*Lafoensia puniceifolia*), entre otras y que según estudios fenológicos realizados en la zona de estudio muestran que la floración presenta la mayor expresión en las épocas más secas (Berdugo y Rangel 2015). Particularmente en el año de muestreo no se presentó una temporada lluviosa marcada, sino que por el contrario, se caracterizó por ser un año muy seco y según lo reportado por el Instituto de hidrología, meteorología y estudios Ambientales - IDEAM (2016) hacia el mes de mayo del año 2015 se presentó debilitamiento de los vientos alisios asociado a la intensificación del flujo del oeste que se produce por el calentamiento en la temperatura superficial del mar que apoya la evolución del fenómeno El Niño en la temporada mencionada (Anexo A).

Con relación a las franjas horarias de actividad de las abejas se diferenciaron en las dos épocas de muestreo en cuanto al número de especies siendo la época seca la que presentó mayor variabilidad, pero presentaron similitud en el comportamiento; los picos de actividad se encontraron entre las 9:00 – 11:00 a.m y 1:00 – 3:00 p.m, lo que puede estar relacionado con que los días comprendidos en la época seca fueron más homogéneos, por

la sincronía en la emergencia de individuos, la aparición de recursos florales o el clima. La actividad de las abejas depende de variables ambientales como la temperatura, humedad relativa, intensidad lumínica, precipitación y velocidad del viento, al igual que los ciclos de floración y disponibilidad de los recursos. Según el estudio de Berdugo y Rangel, 2015, en el que se tuvo en cuenta la composición florística del Parque Regional - Los Besotes, la fase de floración solamente se observó en las épocas de sequía (diciembre - marzo; julio) y contrastándolos con los resultados obtenidos en la presente investigación, la mayor riqueza de tipos polínicos al igual que las mayores abundancias fueron identificadas igualmente en dicha época (Anexo E).

Los análisis realizados muestra que la época seca presentó la mayor riqueza de especies presentando diferencias significativas entre las dos épocas presentando mayor similitud con el perfil total lo que indica que para un futuro muestreo en dicha zona podría ser suficiente para abordar la diversidad de abejas en este u otro bosque seco tropical. Igualmente, la zona C fue la que presentó mayor diversidad.

Teniendo en cuenta las familias identificadas en el Parque Regional Los Besotes, muestra una alta diversidad de especies correspondientes a la familia Apidae coincidiendo con otros estudios llevados a cabo en Colombia ya que dicha familia es numerosa, de hábitos generalistas, contienen especies que pueden ser estacionales y presentan diversos grados de sociabilidad que van desde solitarias hasta altamente sociales (Smith 1999).

De acuerdo con los estudios realizados por Vélez (2009), la familia Apidae reporta 55 géneros en Colombia; según esto, el Parque Regional – Los Besotes, tendría el 42% (23) de los géneros de Colombia. Dicha familia presentó la mayor abundancia y riqueza de especies, probablemente relacionado con el comportamiento social que presentan, sus hábitos alimenticios y aspectos reproductivos, además que presentan periodos de actividad durante todo el día desde tempranas horas con picos altos de actividad entre las 10:00 am y las 12:00 m (Smith 1999) (Figura 2-5).

Recientemente se ha discutido sobre el impacto que la abeja *A. mellifera*, en especial el híbrido africanizado, ejerce sobre las poblaciones tanto de abejas europeas (*Apis*) como de abejas nativas. La competencia por recursos alimenticios y por sitios de nidificación (en el caso de los meliponinos) es bastante fuerte (Roubik et al. 1986), Nates (2006) indica que esta especie está desplazando a la fauna Apoidea silvestre. Para el caso de este estudio,

a pesar que *A. mellifera* presenta comportamiento altamente social (Nates 2006a) y comparándolo con los datos reportados por Smith y Gonzalez (2007), en el que esta especie se encuentra dentro del grupo de las más abundantes durante el estudio, correspondiente al 2,6% (399 individuos), para el caso del presente estudio los resultados muestran que las incidencias (30) y abundancias (94) no son mayores a otras especies silvestres que también presentan comportamientos sociales como es el caso de *T. amalthea* Olivier, 1789 (192 - 732) y *T. fulviventris* Guérin-Méneville, 1845 (101 - 295 ).

Uno de los grupos de abejas ampliamente estudiado en Colombia, son las abejas de las orquídeas (Apidae: Apinae: Euglossini) (Vélez 2009). Se recolectaron los géneros *Euglossa*, *Eulaema*, *Eufriesea* y *Exaerete* que según Rodríguez et al (2008) presentan una importancia clave en las características de la estructura de los bosques. Este grupo incluye abejas dotadas de gran capacidad de vuelo, haciendo grandes recorridos en bosques continuos tropicales, por eso son consideradas importantes polinizadores neotropicales y en especial para las especies vegetales con distribución esparcida, por lo que son nombradas o denominadas polinizadores de grandes distancias (Rodríguez y Almeida 2010). Esta tribu se identificó en las dos épocas de muestreo que según Soares et al. (2007) en Rodríguez y Almeida (2010), señala que los euglosinos presentan mayor frecuencia de capturas al inicio del periodo lluvioso, mientras que los resultados de Rodríguez y Almeida (2010), indican capturas época lluviosa y seca, al igual que el presente estudio, presentándose la mayor riqueza de especies en la época seca (Tabla 2- 1). La zona C obtuvo la mayor riqueza de especies, la zona B, presentó las mismas especies de la zona C excepto *Eufriesea* msp1 y finalmente en la zona A, se identificaron representantes de todas las especies. Debido a la sensibilidad de las Euglosinas ante los procesos de fragmentación del bosque y a una serie de características biológicas y ecológicas, son indicadores biológicos de disturbio y biodiversidad (Nates 2006b).

El género *Exaerete* incluye especies cleptoparásitas y utilizan los nidos de *Eufriesea* y *Eulaema* (Ahumada 2007). Según Ortiz et al. (2011) y (2006), el hallazgo de especies cleptoparásitas es un síntoma de madurez de la comunidad de abejas, por lo que deducen que la fauna de abejas está bien estructurada y en equilibrio. Dicha condición puede encontrarse en vulnerabilidad, ya que lo reportado por la lista de especies según resolución No 0192, emitida el 10 de febrero de 2014, por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la especie *Exaerete smaragdina* Guérin Meneville, 1845, se encuentra en

estado crítico – **CR** (Gallego et al. 2015) y comparándolo con los resultados de Ramírez et al. (2002), la especie no se había registrado para el departamento del Cesar.

La tribu Meliponini, fue la que presentó mayor diversidad de géneros (9) y especies (18). Esta tribu, agrupa todas aquellas abejas conocidas como “abejas sin agujón”, que se encuentran en las áreas tropicales y subtropicales con preferencias por los bosques conservados y exhiben un comportamiento altamente social (eusocialidad) (Nates 2001). En el presente estudio se identificó el 69% de géneros pertenecientes a dicha tribu en Colombia, lo que demuestra la importancia de conservar el bosque seco tropical del Parque Regional Los Besotes que le ofrece diferentes recursos a las abejas de dicha tribu la cual dependiendo de las condiciones ambientales (altitud, temperatura, humedad) y de los recursos alimenticios existentes coloniza nichos muy particulares como agujeros en los árboles, el suelo y las rocas.

Según (Reyes et al. 2009), los grupos mejor representados en los trópicos son aquellos que anidan en los árboles o en madera en descomposición, debido a que los nidos en el suelo no son lo suficientemente impermeables para repeler la acción de los hongos o de la inundación sobre la provisión de alimento. En ambientes xéricos, el suelo permanece seco la mayor parte del año y esto favorece el establecimiento de los nidos (Reyes et al. 2009), las abejas sin agujón nidifican casi en cualquier cavidad que encuentren disponible, desde agujeros en árboles, piso o paredes, incluyendo tumbas de cementerios hasta nidos abandonados de cerambícidos o de *Nasutitermes* (termitas) y hormigas (Palacios 2004), al igual que para algunos casos de las tribus Euglossini, Centridini y Augochlorini (Smith 1999), como pudo evidenciarse en este estudio, lo que podría explicar las altas abundancias de la tribu Meliponini en el Parque Regional – Los Besotes.

Una de las especies más importantes por ser endémicas de bosques secos (Rangel 2011), perteneciente a la tribu Meliponini es *Melipona favosa* Fabricious, 1798, llamada comúnmente Abeja Rabipintada o Cargabarro, se encuentra en la lista reportada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en estado vulnerable – **VU** (Gallego et al. 2015), principalmente por amenazas relacionadas con la deforestación que disminuye los sitios de nidificación y el acceso a recursos alimenticios. En este estudio, presentó bajas incidencias y solo se encontró en las zonas A y C. Según Nates (2006), esta especie era muy abundante, especialmente en la región Caribe, y aunque todavía es posible encontrar nidos silvestres, su número ha disminuido considerablemente; lo que se apoya con lo

expresado por Tomás Darío Gutiérrez (2015 comunicación personal), quien indica que esta especie hacía parte de la cotidianidad de la ciudad de Valledupar, ya que anteriormente las viviendas eran elaboradas en bahareque (incluye barro); pero con el cambio en el material de construcción, se fueron perdiendo estas abejas, cuya miel era muy apetecida por los pobladores de la ciudad, atribuyéndole propiedades medicinales.

De los géneros pertenecientes a la tribu Meliponini, el que presentó mayores incidencias en las dos épocas, fue *Trigona*, siendo este el más grande y ampliamente distribuido de meliponinos en el Neotrópico (Palacios 2004) correspondiendo a un total del 56% (9) de las especies, esto puede deberse a las características propias de la distribución de las mismas, como el caso de la especie *T.amalthea*, especie con mayores abundancias en las dos épocas y tres zonas de muestreo (732 individuos), seguido de *T. fulviventris* y *T. corvina*.

Con relación a la especie, *Trigona (Tetragonisca) angustula* Latreille, 1825, son abejas generalistas y poliléticas. Según Roubik et al. (1986), dicha especie aprovecha ambientes que a pesar de estar muy alterados por las actividades antrópicas, les ofrecen sitios de nidificación y recursos alimenticios. En ambientes urbanos las abejas silvestres suelen nidificar en zonas abandonadas, no muy frecuentadas (Nates 2006a) lo que podría explicar la plasticidad de dicha especie para encontrarse en las tres zonas de muestreo para las dos épocas. Esta es la única especie presente en Colombia perteneciente al subgénero *Tetragonisca*, muy apreciada por la calidad de su miel según lo reportado por Nates (1995) en Nates (2006).

El género *Lestrimelita* se destaca porque es el único género de Meliponinos cleptobióticos, es decir que estas abejas no recogen el polen o néctar de las flores, pero si la roban de otras colonias de meliponas (Nates 2006a). Según (Roubik 1989) en Nates (2006), este género produce feromonas (citril y sus isómeros) que debilitan el sistema defensivo de otras colonias de abejas y les permite entrar a los nidos robados. La especie identificada para este caso es *L. limao*, la única hasta ahora registrada para Colombia (Nates 2006a), que en este estudio se encontró sólo en las zonas A y C de la época seca.

Para el género *Cephalotrigona*, se han descrito tres especies en el mundo y en Colombia se encuentra una, *C. zexmeniae* Cockerell, 1912, presente en la zona de estudio y al igual que los géneros *Nannotrigona* y *Scaptotrigona* según Nates (2005), se adaptan muy bien y

pueden ser susceptibles de ser manejadas como polinizadores efectivos (tienen colonias grandes, son dóciles, adaptables a domicilios artificiales y especialmente, pueden ser mantenidas en los mismos nidos originales en los que se encuentren).

Con relación a la tribu Ericrocidini, la especie *Mesocheira bicolor* Fabricius, 1804, es cleptoparásita de los géneros *Centris* y *Epicharis* que fueron abundantes en la zona C. Esta especie es poco común y es la única especie descrita. En este estudio, se recolectó un solo individuo con la técnica de captura manual, en la zona A para la temporada seca. Según Buschini y Wolff (2006), reportan esta especie como enemigo natural de *Centris tarsata* Smith, 1874, especie que también fue recolectada en dicha zona con una abundancia de 8 individuos y al igual que el presente estudio, la investigación realizada por (Smith 1999), fue recolectado un individuo de la especie *M. bicolor*.

El género *Centris*, es considerado uno de los polinizadores más importantes de una gran parte de la flora de bosque seco (Frankie et al. 1988). Se sabe que estas abejas pueden nidificar en el suelo (incluyendo varios tipos de suelo y arena junto al mar), en superficies verticales como barrancos y muros hechos por el hombre. También pueden encontrarse nidificando en agujeros preexistentes en madera como árboles muertos o vivos, columnas de madera en edificaciones y nidos trampa y en asociación con termiteros arborícolas o hipogeos (Vélez 2012).

Hasta la fecha se han descrito 18 especies de *Centris* (*Hemisiella*) para América y el Caribe. El número encontrado para Colombia es de ocho y en el Parque Regional – Los Besotes se recolectaron tres especies, que incluyen, *C. (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874, *C. (Hemisiella) geminata*, *C. (Hemisiella) vittata* Lepeletier, 1841. Según la investigación realizada por Vélez (2012), relacionada con este género, las dos primeras especies no presentan registros en el departamento del Cesar. Adicionalmente, se recolectaron individuos de la especie *Centris (Trachina msp1)* subgénero que registra 8 especies en Colombia y que para la zona de muestreo se registra una morfoespecie. Estas especies fueron recolectadas únicamente en la época seca en las tres zonas de muestreo, siendo más abundante la zona C 87% (81 individuos), seguido de la zona A, 12% (11 individuos) y finalmente la zona B, 1.1% (1 individuo). Esta zona se caracterizó por presentar vegetación de tipo matorral espinoso y herbazales, además de ser la más seca, lo que puede explicar las altas incidencias de este género en dicha zona.

Para la tribu *Tetrapediini*, género *Tetrapedia* es muy poca la información que se tiene; se sabe que su distribución se restringe al trópico y que son solitarias, según lo descrito por Vélez (2009) quien realiza una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia, no se encuentran registros de este género en el departamento del Cesar. En la temporada lluviosa la incidencia fue menor (3) que en la época seca (30) siendo la zona C la que presentó mayores valores (25).

Para la familia Halictidae, según Vélez (2009) se reportan 27 géneros en Colombia; según esto, el Parque Regional – Los Besotes, tendría el 7,4 % (2) de los géneros de Colombia, representada por dos géneros y dos especies. Según Smith (1999) en la mayoría de inventarios realizados en el país, independientemente de la metodología y las zonas de vida, la familia Halictidae siempre es la más rica en géneros y especies, lo que no se evidenció en el presente estudio siendo la familia con menor riqueza de especies, posiblemente por los métodos empleados ya que estudios como el de (Ramírez et al. 2012), indica que sus resultados coinciden con otros estudios en donde recolectaron mayor número de especies en platos trampa que mediante el uso de red entomológica. Dicho método no fue empleado para la presente investigación.

Adicionalmente, abejas pertenecientes a esta familia pueden ser solitarias, parasociales o primitivamente eusociales lo que dificulta su captura (Nates y González 2000). Realizan nidos en la tierra y en troncos de madera en descomposición (Nates y González 2000) lo que se relaciona con las capturas realizadas en la zona A (900 – 1000 msnm), tanto en temporada seca como lluviosa, siendo esta zona la que se encontraba a mayor altura, presentaba mayor cobertura boscosa y humedad, condiciones que seguramente proporcionan una mayor cantidad de microhábitats para su nidificación. Particularmente, la tribu *Augochlorini* constituye colonias pequeñas con adultos de una sola generación. Lo que podría explicar las bajas incidencias de las especies de este género. En la época lluviosa se capturó un individuo del género *Pseudaugochlora* y en la época seca 2 individuos y del género *Augochlora*, se recolectó un individuo en la época seca.

En la época lluviosa, la morfoespecie *Pseudaugochlora* msp2 estuvo representada por un individuo al igual que en la época seca las especies *Centris (Trachina) msp1*, *Hoplepicharis msp1*, *Mesocheira bicolor*, *E. chlorina* Dressler, 1982 , *Xylocopa (Neoxylocopa) msp*, *Augochlora msp1*, lo que muestra que la época seca presentó mayor cantidad de especies

raras (6) y podría explicarse con la estacionalidad de las especies que se encuentran presentes durante periodos de floración específicos, lo que hace necesario que los muestreos de estas especies se realicen por periodos mucho más largos. El caso de la especie *M. bicolor*, es cleptoparásita del género *Centris*, lo que explicaría la dificultad de capturarla con los métodos empleados y la presencia de estas especies se resalta por su importancia como control de poblaciones que actúan como freno a la tendencia de crecimiento de poblaciones de otras especies (Alves dos Santos 2009).

Con relación a las especies que presentaron menores incidencias como *C. (Hemisiella) vittata*, *Ceratina (Calloceratina) msp2*, *Epicharis (Epicharoides) msp1*, *Eufriesea msp1*, *E. cyanaspis*, *E. dressleri*, *E. nigrita*, *Exomalopsis msp1*, *Melipona msp1*, *Pseudaugochlora msp1*, *Trigona (Frieseomelitta) msp6* y *Xylocopa (Neoxylocopa) msp2*, puede obedecer a la floración de una planta que se encuentre íntimamente ligada a éstas o relacionarse con que se encontraban explotando algún recurso escaso.

Adicionalmente y teniendo en cuenta que la selección de las zonas de muestreo se realizó en función de los tipos de vegetación identificados por Berdugo y Rangel (2015) en el Parque Regional - Los Besotes, para el caso de las abejas en esta investigación, estos tipos de vegetación tienen una alta similitud siendo la época seca la que presentó la mayor diversidad de especies (Figuras 2-7 y 2-9), la zona C presentó la mayor riqueza (Figuras 2-8 y 2-10), conservando la similitud con las demás zonas como se puede evidenciar en la información arrojada por el escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) (figura 2-9).

Es importante recalcar que las abejas sociales por su condición social y la capacidad de reclutamiento estarán más frecuentemente presentes en flores, cebos y trampas, por lo que los análisis se realizaron basados en la incidencia con el fin de compensar o disminuir el efecto del muestreo, como se evidencia con la técnica empleada con esencias en donde se observó un incremento en el porcentaje de especies capturadas, lo que muestra la efectividad de estas con grupos específicos (abejas euglosinas) que reflejan en buena medida el estado de conservación de un lugar (Bonilla 1997) (Figura 2-13).

Adicionalmente, los análisis realizados nos indican que con el conjunto de técnicas empleadas se hizo una buena aproximación de la diversidad de abejas y no se están repitiendo esfuerzos a diferencia de otros estudios realizados en bosque seco en donde se han empleado incluir estudio de Brasil y Venezuela (Figura 2-13).

Finalmente la distribución del bosque seco tropical en Colombia se encuentra restringida a la llanura del Caribe y los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, en jurisdicción de los departamentos del Valle del Cauca, Cauca, Tolima, Huila, Cundinamarca, Antioquia, Sucre, Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena, Santander, Norte del Atlántico, y sur de La Guajira; dentro de estos es posible encontrar otro tipo de formación vegetal de tipo boscoso asociada a cursos de agua, presentando humedad constante durante todo el año, generando condiciones microclimáticas particulares (García y Rivera 2009) como se observa en el Parque Regional – Los Besotes, que se caracteriza por ser un bosque muy alto y las plantas como el caracolí, el orejero, el guáimaro, la majagua y el algarrobo son las más comunes en esta enorme formación vegetal que ocupatodos los lechos de las quebradas que corren y nacen en la región de Los Besotes (Barbosa et al. 2008). Por esto es evidente la multiplicidad de hábitat que pueden aprovechar las abejas silvestres en dicho parque que garantizan el establecimiento de las especies recolectadas en el presente estudio y de esta forma se mantenga el servicio ecosistémico que prestan en dicho lugar, mostrándose como una zona de importancia para la protección y conservación de diferentes especies de abejas silvestres y ecosistemas que en la actualidad se encuentran amenazados (Barbosa et al. 2008).

Según cifras publicadas por Rangel et al. (2012), en Colombia en total se tienen aproximadamente 770.000 hectáreas bajo figuras de protección, que si se relaciona con la superficie total de la región (continental) de 142.000.000 Ha, significa que hay bajo protección 5.4% del territorio. Esta cifra es supremamente baja con referencia a las amenazas de diversos tipos que se ciernen sobre la región. Debería ser un tema de preocupación la acción de incrementar las áreas de protección.

Por otro lado, en el Caribe Colombiano se registran 150 áreas de protección incluidas en el sistema nacional de áreas protegidas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: cuatro (4) Parques Nacionales Naturales, cinco (5) Reservas Naturales Protectoras, cuatro (4) Santuarios de Fauna y Flora, dos (2) Distritos de Manejo integrado, entre otras. Para el caso específico del departamento del Cesar, según Rangel et al. (2012) se cuenta con las Reservas Forestales Protectoras de Caño Alonso y los Ceibotes (municipios de La Gloria y Pelaya - 460 Ha y Valledupar – 300 Ha), las Reservas Naturales de la Sociedad Civil El Lucero y Paraver (municipio El Copey – 55 Ha y Valledupar – 200 Ha, respectivamente), la

reserva natural de la Sociedad Civil (municipio de Manaure – 188 Ha) y finalmente, la que ocupa mayor área corresponde al Parque Regional Los Besotes (en el municipio de Valledupar – 3556 Ha), lo que en total representa 4571 Ha con alguna figura de protección en dicho departamento.

Esta última en la que se realizó el presente estudio abarca el 78% del área donde es evidente que para el departamento del Cesar son muy pocas las áreas protegidas legalmente constituidas, convirtiéndose en una amenaza para la conservación de los bosques secos tropicales de la región y los servicios ecosistémicos que se derivan de allí. Como ejemplo de lo anterior, se puede visualizar en el desafortunado suceso presentado a principios del año 2016 en donde gran parte del Parque Regional - Los Besotes se quemó con ello los servicios que proveía esta reserva, como lo demostrado en el presente estudio con relación a las abejas silvestres, encontrándose inmersas en la dinámica de la polinización y cuyo ensamblaje de abejas silvestres presenta una gran adaptabilidad a las variaciones en la oferta de los recursos florales.

Lo anterior muestra que cada zona de muestreo es particularmente frágil ya que cada una guarda una proporción de la diversidad total que no presentan los otros, y que las abejas responden y dependen de la heterogeneidad del bosque seco del Parque regional – Los Besotes, adicionalmente la importancia de considerar el Parque Regional como un área de importancia para la protección y conservación de diferentes especies de abejas silvestres incluyendo las que en la actualidad se encuentran en alguna categoría de amenaza como lo son *E. smaragdina* (CR) y *M. favosa* (VU)







# Capítulo 3: Espectro polínico de abejas silvestres del Parque Regional los Besotes, Valledupar – Cesar.

## Resumen

Se analizó el espectro polínico de abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) en bosque seco tropical del Parque Regional - Los Besotes en tres zonas distribuidas en un rango altitudinal entre los 200 a 1000 msnm, zona A (900 - 1000), B (600 -700) y C (200-300) msnm, que responde a la composición florística con comunidades de *Machaerium biovulatum* (siete cueros), *Eugenia procera* (guayabo rojo, arrayán) y vegetación de tipo matorral espinoso y herbazales en las áreas de recuperación. Los muestreos se realizaron en época seca (abril) y época de lluvias (finales de junio principios de julio) de 2015. Las abejas fueron recolectadas mediante la técnica de captura manual y el polen de contacto se obtuvo por lavado de las abejas a las que se les aplicó el protocolo del método de Hidróxido de Potasio. Se realizaron los censos en dos alícuotas de 7µl por individuo. Se procesó el polen de contacto de 759 individuos correspondiente a 28 especies de abejas silvestres. Los tipos polínicos identificados hasta especie fueron *Cochlospermum vitifolium*, *Cecropia peltata*, *Pseudobombax septenatum* y *Randia armata*. Las especies de abejas que presentaron mayor riqueza de palinomorfos fueron *Centris tarsata*, *Trigona amalthea* y *Trigona fulviventris*. La época seca presentó la mayor riqueza de palinomorfos y el 68% de estos se encontraron asociados a árboles, arbustos, bejucos y lianas, lo que revela la flexibilidad del ensamblaje de las abejas silvestres en la utilización de los recursos florales del Parque Regional y evidencia la importancia de promover su conservación.

**Palabras clave:** Abejas silvestres, Polen, Bosque Seco Tropical, Espectro, Tipo polínico, conservación.

## Abstract

The pollen spectrum of wild bees (Apoidea: Hymenoptera Anthophila) was analyzed in tropical dry forest Regional Park - Los Besotes in three areas distributed in an altitudinal range between 200 to 1000 meters, zone A (900-1000), B ( 600 -700) and C (200-300) m, corresponding to the floristic composition communities of *Machaerium biovulatum* (siete cueros), *Eugenia procera* (guayabo rojo, arrayán) and thorn scrub vegetation type and grasslands in the areas of recovery. The samples were taken during the dry season (April) and rainy season (late June early July) 2015. The bees were collected by the technique of manual capture and pollen contact was obtained by washing the bees which we applied the method protocol Potassium Hydroxide. Censuses were conducted in two aliquots of 7 $\mu$ l per individual. Contact pollen 759 individuals corresponding to 28 species of wild bees was processed. The pollen types were identified to species *Cochlospermum vitifolium*, *Cecropia peltata*, *Pseudobombax septenatum* and *Randia armata*. The species of bees that had greater wealth of palinomorphs were *Centris tarsata*, *Trigona amalthea* and *Trigona fulviventris*. The dry season had the highest richness of palinomorphs and 68% of these were associated with trees, shrubs, vines and lianas, which show the flexibility of assembly of wild bees in the use of floral resources Regional Park and evidence the importance of promoting conservation.

**Keywords:** Wild bees, Apidae, Halictidae, tropical dry forest, richness, diversity, conservation.



## 3.1 Marco teórico

### 3.1.1 Polinización

Según Fonnegra (2011) en Castañeda (2013), el grano de polen es un elemento microscópico reproductivo masculino que mantiene, de una generación a otra, la continuidad genética en los espermatofitos (gimnospermas y angiospermas). Sin embargo, esporas y granos de polen son diferentes en función: la espora es una fase de reposo y dispersión del gametofito de la generación haploide de las criptógamas (función secundaria es la protección del contenido de la espora durante la dispersión y antes de la germinación) y el grano de polen aloja al gametofito masculino en la generación haploide de los espermatofitos y lo protege en su transporte hasta el estigma en las angiospermas o hasta la abertura micropilar en las gimnospermas, y así puede ocurrir la fecundación.

La polinización es la transferencia de polen (célula masculina) desde los estambres (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte femenina de la flor) y hace posible la fecundación, y por lo tanto la producción de frutos y semillas (Pantoja et al. 2014). Aunque la polinización puede ser llevada a cabo tanto por vectores bióticos (animales) como abióticos (agua o viento), la gran mayoría de plantas con flores (angiospermas) dependen de los primeros, principalmente de aquella mediada por insectos (Pantoja et al. 2014) y las abejas son las que por excelencia participan en esta labor, ya que se alimentan casi exclusivamente de polen y néctar, y necesitan visitar grandes cantidades de flores diariamente para satisfacer sus requerimientos individuales, los de la cría y de la colonia (Nates 2005). Razón por la cual las abejas poseen una gran importancia económica y ecológica en los agroecosistemas; de hecho, una gran parte de los alimentos que hoy en día se consumen y comercializan masivamente dependen directa o indirectamente de la polinización realizada por abejas (Pantoja et al. 2014).

En la naturaleza se realizan múltiples procesos que aseguran la polinización de las diferentes especies de plantas, una de ellas es la zoogamia que utiliza como agentes a los animales y en el caso de los insectos (entomogamia), es el mecanismo más frecuente y ventajoso, ya que tienen un tamaño relativamente semejante al de las flores, son numerosos y probablemente su mayor ventaja, son voladores y por tanto muy móviles

(Viejo y Ormosa 1997). En términos del número de especies que polinizan, los vectores más importantes son, en orden decreciente, abejas, aves, escarabajos, polillas, murciélagos, mariposas, moscas, avispas entre otros (Murcia 2002).

La polinización puede realizarse de forma directa (autogamia) e indirecta o cruzada (hologamia) que de acuerdo con Silva et al (2006), la segunda ofrece a las plantas una descendencia mucho más variable genéticamente que la autogamia y con mayores posibilidades de adaptarse a las condiciones ambientales, competir con otras especies y ocupar nuevas posiciones ecológicas, además de que en algunas plantas, los granos de polen son muy pesados para ser transportados por el viento y por ello la polinización no es posible sino a través de agentes polinizadores. Por el hecho de afectar directa o indirectamente la reproducción de una especie, los polinizadores ejercen presiones de selección sobre la evolución de las plantas angiospermas y viceversa (Murcia 2002).

Sin embargo, no todo visitante floral es un polinizador eficiente, para que una especie animal cualquiera pueda ser catalogada como buen polinizador de una especie vegetal particular debe ser atraída en forma natural por sus flores, ser fiel a la especie, poseer el tamaño y comportamiento adecuados para remover el polen de los estambres y depositarlos en los estigmas, transportar en su cuerpo grandes cantidades de polen viable y compatible y finalmente, visitar las flores cuando los estigmas tengan buena receptividad y antes del inicio de la degeneración de los óvulos (Nates 2005).

Las interacciones entre plantas y animales implican costos y beneficios para ambas partes. El espectro de posibilidades es un continuo que va desde situaciones de beneficio mutuo hasta situaciones asimétricas donde uno se beneficia, pero el otro no. Como es el caso del parasitismo, el robo de néctar registrado en las abejas de los géneros *Xylocopa* y *Trigona*, que utilizan las mandíbulas para perforar la corola; polinización por engaño, entre otros (Murcia 2002).

Por lo anterior, según Nates (2005), la eficiencia polinizadora de cualquier visitante floral está íntimamente relacionada con la biología floral de la planta y el comportamiento de forrajeo del animal. Las abejas cumplen con estos requisitos dado que son atraídas naturalmente a las flores por sus colores y olores y muchas de ellas mantienen su

constancia floral. Hay abejas de tamaños diversos y con adaptaciones morfológicas (presencia de escopas o corbículas y pelos plumosos o ramificados en diferentes partes del cuerpo) y de comportamiento (forrajeo por zumbido) que les permiten estar en contacto con el polen, removerlo y traspasarlo de una flor a otra, facilitando así el proceso de polinización, siendo organismos críticos en la recuperación y mantenimiento de las comunidades vegetales (Rangel 2011). Como es el caso de *Tetragonisca angustula*, que según Buchmann (1983) en Nates (2005) recogen el polen que queda sobre los pétalos u hojas, después de la acción de polinizadores más grandes (*Bombus*, *Centris*, *Eulaema*, *Melipona* y *Xylocopa*) que por vibración de los músculos torácicos hacen que las anteras liberen el polen (Nates 2005).

### 3.1.2 Adaptaciones de las flores para atraer a los polinizadores

La morfología floral es una característica relevante para las plantas que dependen de animales que polinicen (Espino et al. 2012). Dado que la mayoría de las plantas polinizadas por agentes bióticos se enfrentan al comportamiento generalista de los polinizadores, las flores muestran señales que sirven de atrayentes para gremios específicos como el color de los pétalos, guías de néctar, fragancias y por supuesto la morfología floral en su conjunto, lo que se denomina síndrome de polinización (Espino et al. 2012).

Mientras que los atrayentes sirven para promover el arribo de los visitantes florales las recompensas suplen necesidades esenciales del consumidor para asegurar la visita repetida que finalmente conduzca a la polinización. Las recompensas se pueden producir durante todo el año para alimentar a vectores animales residentes o estacionalmente para sostener poblaciones de migratorios (Díez 2002). Tales recompensas incluyen:

Néctar: Está compuesto principalmente por azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) y en menor proporción por aminoácidos (Murcia 2002), siendo una fuente de hidratación rica en carbohidratos (Canché y Canto 2012). Los tres tipos de azúcares se encuentran en las plantas en proporciones que varían de una especie a otra y conllevan a importantes implicaciones ecológicas ya que la proporción de los azúcares determina el tipo de visitante que recibe la planta (Murcia 2002).

Polen: este es más accesible que el néctar, por lo que es consumido por una mayor variedad de animales como los escarabajos, moscas, abejas, murciélagos, entre otros. Es fuente de proteínas, aminoácidos, lípidos y vitaminas, resultando esencial para el crecimiento y desarrollo de las abejas más que para la producción de energía. En particular el nitrógeno es crucial para el desarrollo de las larvas y la longevidad de las abejas adultas (Saavedra et al. 2013).

Otras recompensas: están relacionadas con la nutrición, se adquieren de tejidos florales, fluidos del estigma y aceites que algunos consumen y en cuanto a materiales para sus nidos como tricomas, resinas, ceras y partes de la corola. Paralelamente las flores brindan refugio, calor, lugares de descanso y sitios de apareamiento (Díez 2002).

Decepcionantes y repelentes: En algunos casos las flores han desarrollado mecanismos que las defienden de visitantes no adaptados para realizar la polinización de la especie; uno de ellos es la morfología floral especializada para evitar que los no polinizadores consuman el néctar y el polen (Díez 2002).

La gran diversidad de formas, tamaños y colores de las flores polinizadas, la cantidad y la calidad de la recompensa, las señales sensoriales tales como color, forma y los odorantes, como fueron descritos anteriormente pueden llegar a condicionar enormemente la frecuencia y calidad de las visitas en donde se tienen en cuenta los patrones de los visitantes florales como lo describe Díez (2002) (Tabla 3-1).

**Tabla 3-1:** Patrones de los visitantes florales que influyen en la distancia del flujo de polen. Adaptado de (Díez 2002).

<b>Polinizadores de vuelo largo</b>	<b>Polinizadores de vuelo corto</b>
Siguen rutas fijas durante varios días en el bosque visitando regular y repetidamente las flores de ciertas especies.	No siguen una ruta fija.
Recorren distancias muy grandes.	Recorren distancias cortas
Las especies de plantas que promueven este	

comportamiento típicamente producen una o pocas flores por día durante largos períodos.	Las especies de plantas que lo promueven presentan floraciones muy abundantes y conspicuas, algunas veces durante un período de tiempo muy corto, característico de árboles y lianas del dosel.
---	---

### 3.1.3 Servicios ecosistémicos: polinización

Los ecosistemas desempeñan un papel fundamental en la provisión de servicios a la sociedad. El deterioro acelerado de los sistemas naturales y la reducción del flujo de servicios que proveen, evidencian no sólo su importancia para el bienestar humano, sino la necesidad de garantizar su conservación para su uso y disfrute por las generaciones presentes y futuras (Maldonado y Moreno 2013). Como consecuencia de esto, en los últimos años ha aumentado el interés por identificar y valorar los denominados bienes y servicios ecosistémicos que se definen como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, las condiciones y los procesos derivados de la biodiversidad y a través de la cual los ecosistemas sostienen la vida humana (Rodríguez et al. 2008).

Según la Evaluación de los ecosistemas del milenio (MEA, por sus siglas en inglés), define los servicios ecosistémicos como “los beneficios (directos e indirectos) que las personas obtienen de los ecosistemas”, clasificándolos en servicios de aprovisionamiento, regulación, culturales y soporte (Maldonado y Moreno 2013), como se describe a continuación (Tabla 3-2):

**Tabla 3-2:** Descripción de los servicios ecosistémicos (Maldonado y Moreno 2013).

<b>Servicio</b>	<b>Descripción</b>
<b>Servicios de aprovisionamiento</b>	Productos que las personas obtienen de los ecosistemas (alimentos, combustible, fibras y recursos genéticos).

---

<b>Servicio</b>	<b>Descripción</b>
<b>Servicios de regulación</b>	Incluye los provenientes de los procesos de regulación de los ecosistemas tales como el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima y el control de la erosión.
<b>Servicios culturales</b>	Comprende beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas (recreación, disfrute del paisaje y desarrollo espiritual).
<b>Servicios de soporte</b>	Se definen como aquellos necesarios para la producción de todos los otros servicios ecosistémicos, como formación de suelo, producción primaria y ciclaje de nutrientes.

---

Según la MEA (Mooney et al. 2005) la polinización se encuentra clasificada dentro del servicio de regulación, que al promoverse mediante la conservación del medio natural favorece al mismo tiempo otros servicios brindados por la vida silvestre como el control biológico de plagas, protección de cursos de agua, la fijación de carbono atmosférico y la preservación de la biodiversidad (Garibaldi et al. 2012).

La biología floral de las agioespermas está dominada por la polinización biótica, especialmente en los trópicos donde hasta el 99% de las especies en algunos hábitats es llevada a cabo por animales y de estos, los insectos representan la mayor parte de estas interacciones (Fleming et al. 2009). Para el caso de las abejas, el taxón más importante de polinizadores (Brosi et al. 2008) mediante este proceso, realiza la transferencia de polen (célula masculina) desde los estambres (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte femenina de la flor) y hace posible la fecundación y por lo tanto la producción de frutos y semillas (Pantoja et al. 2014).

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Área de estudio**

El Parque Regional - Los Besotes, se ubica en los corregimientos de Los Corazones y Río Seco del municipio de Valledupar, presenta una extensión total de 3.555,8 hectáreas,

localizándose entre los valles de los ríos Cesar y Ranchería. Representa una porción importante de bosque seco tropical del Caribe Colombiano, con diversas comunidades de *Machaerium biovulatum* (rabo de iguana, siete cueros) y *Eugenia procera* (guayabo rojo, arrayán); igualmente se encuentra vegetación de tipo matorral espinoso y herbazales en las áreas de recuperación (Berdugo y Rangel 2015). Para la presente investigación se tuvo en cuenta el rango altitudinal entre los 200 y 1000 msnm. La primera zona de muestreo (Zona A) entre 900 – 1000 msnm; (Zona B) entre 600 – 700 msnm; y la (Zona C) entre 200 -300 msnm.

Los muestreos fueron realizados en época seca (abril) y época lluviosa (finales de junio principios de julio) del año 2015, durante 48 días (24 días por cada época) empleando el método de de captura manual (jama) durante 10 horas diarias.

### **3.2.2 Procesamiento y montaje de del material polínico.**

Las abejas capturadas se depositaron en tubos eppendorf de 2 ml con etanol al 70%, una vez se tuvieron en el laboratorio y posteriormente a su identificación se le aplicó el protocolo del método de Hidróxido de Potasio modificado (KOH) Faegri y Iversen (1975). Este tratamiento se utiliza para granos de polen que tiene poca esporopolenina y no se pueden tratar por medio del protocolo de acetólisis de Erdtman (1952) ya que los granos se dañarían. Con este método se evita eliminar la intina (Fonnegra 2011) y depende de la especie a tratar y el tiempo que se deje al baño maría. Para el caso de esta investigación, en la mayoría de los granos de polen se eliminó la intina y contenido protoplasmático ya que el tiempo en dicho proceso fue de 16 minutos a 100°C.

#### **3.2.2.1 Procedimiento de Hidróxido de Potasio modificado (KOH):**

1. Se lavó la abeja completamente con etanol al 99.9% comercial, el residuo se tamizó por un ojo de maya de 150  $\mu\text{m}$  y se llevó a tubos falcon de 15 ml.
2. Se centrifugó a 3500 rpm durante 5 minutos y se eliminó el sobrenadante.

3. Se lavó dos veces con agua destilada y entre cada lavado se centrifugó bajo los mismos parámetros del numeral 2.
4. Al residuo se le adicionó KOH 10% y se llevó a baño maría (T: 100°C), dejándose por 16 minutos (Para decidir cuánto tiempo dejarlas, se sometieron varias muestras a diferentes tiempos: 6, 12 y 16 minutos y en cada uno se evaluó si la mayoría de los granos presentaba contenido. En el tiempo 16 se observó que los granos no presentaron contenido).
5. Se lavó con agua destilada y se centrifugó a 3.500 rpm durante 3 minutos dos veces y entre cada centrifugada se eliminó el sobrenadante.
6. Se le adicionó alcohol al 99.9% comercial y se centrifugó bajo los mismos parámetros y se descartó el sobrenadante.
7. Al residuo final se le agregó 1ml de glicerina o agua glicerinada al 75%.

Las placas permanentes se elaboraron siguiendo el protocolo de Kisser (1935) y el volumen montado fue de 7  $\mu$ l obtenido con micropipeta marca Transferpette. Antes de realizar el montaje de residuos, estos se homogenizaron para garantizar que la muestra montada fuera representativa. Se montó una placa por especie cada una con 2 submuestras (en total se encontró polen en 759 individuos correspondiente a 28 especies de abejas silvestres).

Para efectos de esta investigación se realizaron censos de alícuotas previamente homogeneizadas. El uso de alícuotas se emplea desde tiempo atrás y su principal crítica ha sido con referencia a la imprecisión de los volúmenes censados. La aparición de instrumentos volumétricos de alta precisión como las pipetas a pistón modernas, elimina este tipo de imprecisiones (Velásquez 2005).

Paralelamente, para el conteo de palinomorfos se contaron alícuotas representativas hasta alcanzar el punto de saturación a partir del cual no aparecen nuevos taxones o si se presenta lo hacen de forma muy esporádica, los cuales fueron graficados para evidenciar dicho comportamiento.

En la obtención de los palinogramas se utilizaron los programas TILIA & TILIAGRAPH V.1.7.16 (Grimm 1987) que permiten visualizar las frecuencias de cada taxón. Los gráficos y diagramas de dispersión se realizaron con el programa Excel 2012.

### 3.2.3 Identificación del Material Polínico

Las observaciones, mediciones y conteos del material polínico se realizaron por medio de un microscopio Zeiss Primo Star en los aumentos de 400 y 1000 y las fotografías se obtuvieron con la cámara fotográfica Zeiss Axiocam ERc 5s.

La identificación del espectro polínico de las abejas silvestres procesadas fue llevada a cabo en el laboratorio de Paleoecología de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín con ayuda de la colección de la Palinoteca y se siguió a Roubik y Moreno (1991), Montoya et al. (2014), García et al. (2011), Leal et al. (2011) y Restrepo (2003).

Debido a que no se cuenta con un atlas palinológico de la zona, los palinomorfos se identificaron hasta familia y género, solo en aquellos casos donde se sabía que solo había un representante por familia y que era diagnóstico del bosque seco tropical se dejó a especie como el caso de *Cochlospermum vitifolium* (Bixaceae). Los granos de polen que no fue posible identificar se les denominó como morfotipos. Estos también fueron debidamente descritos y fotografiados.

Para efectos de la presente investigación se tuvo en cuenta el espectro polínico de las abejas recolectadas que incluye el polen de contacto presente en cada individuo en todo el cuerpo ya que no se discriminaron cargas polínicas ni ubicaciones específicas de dicho material.

## 3.2 Resultados

Se procesó el espectro polínico de 759 individuos agrupados en 28 especies de abejas las cuales fueron: *Apis mellifera scutellata*, *Centris geminata*, *C. tarsata*, *C. vittata*, *Cephalotrigona zexmeniae*, *Euglossa imperialis*, *Euglossa msp1*, *Eulaema cingulata*, *E.*

*polychroma*, *Exaerete smaragdina*, *Melipona favosa*, *Nannotrigona mellaria*, *Partamona cupira*, *Plebeia (Plebeia) msp1*, *Scaptotrigona msp2*, *Tetrapedia msp1*, *Tetrapedia msp4*, *Trigona (Frieseomelitta) msp6*, *Trigona (Tetragona) msp4*, *Trigona (Tetragona) msp5*, *T. amalthea*, *T. angustula*, *T. corvina*, *T. fulviventris*, *Trigona msp1*, *Trigona msp3*, *Trigona msp4* y *Trigona msp5*, que corresponden a 13 géneros (Anexo C).

Se identificaron en total 106 palinomorfos de los cuales se llegó hasta especie (6) *Cochlospermum vitifolium* (Bixaceae), *Cecropia peltata* (Moraceae), *Justicia filibracteosa* (Acanthaceae), *Anthurium crassinervium* (Araceae), *Randia armata* (Rubiaceae), *Pseudobombax septenatum* (Bombacaceae) (Anexo Q).

Los palinomorfos se agruparon en 34 familias que incluyeron *Acanthaceae*, *Amaranthaceae*, *Anacardiaceae*, *Apocynaceae*, *Araceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Bignoniaceae*, *Bombacaceae*, *Brassicaceae*, *Bromeliaceae*, *Burseraceae*, *Cactaceae*, *Cochlospermaceae*, *Combretaceae / Melastomataceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Loranthaceae*, *Malpigiaceae*, *Melastomataceae*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Onagraceae*, *Passifloraceae*, *Piperaceae*, *Poaceae*, *Podocarpaceae*, *Portulacaceae*, *Proteaceae*, *Rubiaceae*, *Sapindaceae*, *Solanaceae* y la división *Pteridophyta* (Anexo D yE).

La época seca, presentó mayor riqueza de familias (34) a diferencia de la época lluviosa (20). Siendo la zona A en las dos épocas la que presentó mayor riqueza de familias (35 seca, 16 lluviosa), seguido de la zona B (24 seca, 12 lluviosa) y finalmente la zona C (23 seca, 9 lluviosa).

Las especies de abejas a las que se les identificó mayor riqueza de palinomorfos fueron *C. tarsata* (84), *T. amalthea* (73), *A.mellifera scutellata* (53), *T. fulviventris* (39), *T. msp4* (35), *N. mellaria* (31), *Tetrapedia msp1* (30), *T. angustula* (29), *C. vittata* (26), *T. msp5* (25), *C. zexmeniae* (24), *Euglossa msp1* (24), *Scaptotrigona msp2* (22), *Trigona msp5* (19), *C. geminata* (18), *T. corvina* (18), *Trigona msp4* (18), *E. cingulata* (17), *Tetrapedia msp4* (14) y *E. polychroma* (13). Las que presentaron los menores valores corresponden a las especies *P. cupira* (8), *E. imperialis* (7), *Trigona msp3* (4), *M. favosa* (3), *Trigona*

(*Frieseomelitta*) msp6 (3), *E. smaragdina* (2), *Plebeia* (*Plebeia*) msp1 (2) y *Trigona* msp1 (1) (Anexo L).

Con relación a los palinomorfos identificados en las dos épocas de muestreo (106) la época lluviosa presentó menor diversidad (40), siendo la zona A la que presentó mayor número (28) (Anexo G), seguido de la zona B (18) (Anexo I) y finalmente la zona C (16) (Anexo K). En comparación con la época seca, que presentó mayor diversidad de palinomorfos (105), volviendo a ser la zona A la que presentó valores más altos (89) (Anexo F), seguido de la zona C (59) (Anexo H) y finalmente, la zona B (54) (Anexo J).

Teniendo en cuenta los hábitos identificados para los palinomorfos del espectro polínico, la mayoría corresponden a árboles, arbustos hierbas y bejucos, para las tres zonas y épocas de muestreo (Figura 3 - 1).

En la zona A, *C. tarsata* en la época seca se asocia con las categorías árbol (18% - 14), arbusto (23% - 18), bejucos/ lianas (11% - 9), herbáceas (19% - 15), *T. amalthea* árbol (lluvias 46% - 6, seca 50% - 9), arbusto (lluvias 15% - 2, seca 17% - 3), bejucos/ lianas (seca 6% - 1), herbáceas (8% - 1, seca 17% - 3), *A.mellifera scutellata* en la época lluviosa se asocia en las categorías de árbol (41% - 11), arbusto (15% - 4), bejucos/ lianas (15% - 4), herbáceas (19% - 5), y *T. fulviventris* árbol (33% - 1), herbáceas (33% - 1) (Figura 3-1).

*Zona B*, *C. tarsata* en época seca se asocia con las categorías árbol (38% - 6), arbusto (19% - 3), bejucos/ lianas (13% - 2), herbáceas (13% - 2), *T. amalthea* árbol (lluvias 50% - 7, seca 52% - 11), arbusto (lluvias 7% - 1, seca 10% - 2), bejucos/ lianas (lluvias 14% - 2, seca 5% - 1), herbáceas (21% - 3, seca 19% - 4), *A.mellifera scutellata* (lluvias 50% - 2, seca 36% - 9), arbusto (lluvias 25% - 1, seca 12% - 3), bejucos/ lianas (8% - 2), herbáceas (seca 16%-4) y *T. fulviventris* en época seca árbol (78% - 7) arbusto (11% - 1) (Figura 3-1).

*Zona C*, *C. tarsata* en época seca presentó asociación con el hábito árbol (36% - 9), arbusto (16% - 4), bejucos/ lianas (16% - 4), herbáceas (8% - 2), *T. amalthea* árbol (lluvias 38% - 3, seca 32% - 7), arbusto (seca 9% - 2), bejucos/ lianas (lluvias 26% - 2, seca 27% - 6), herbáceas (13% - 1, seca 14% - 3), *A.mellifera scutellata* árbol (lluvias 50% - 1, seca 27% - 3), arbusto (seca 18% - 2), bejucos/ lianas (seca 18% - 2), herbáceas (lluvia 50% - 1)

y *T. fulviventris* árbol (50% - 9), arbusto (6% - 1), bejucos/ lianas (12% - 2) y herbáceas (11% - 2) (Figura 3-1).

Las especies de abejas silvestres asociadas a los tipos de vegetación, en las dos épocas de muestreo indica que la categoría árbol presentó la mayor riqueza de palinomorfos (lluvias 19, seca 35) seguido de arbusto (lluvias 7, seca 29), Bejucos / lianas (lluvias 13, seca 40), palma (lluvias 1, seca 10) y varios hábitos (lluvias 15, seca 25).

Con relación a los tipos polínicos identificados, la época lluviosa (40) presentó menor riqueza que la época seca (105), siendo la zona A (lluvias 28, seca 89) la que tiene polen de muchas más fuentes que las zonas B (lluvias 18, seca 54) y C (lluvias 16, seca 59).

Lo anterior al igual que los palinogramas (Anexo M, N y O) evidencian que la diversidad vegetal encontrada en el espectro polínico de las abejas posiblemente visitan los diferentes estratos vegetales dentro del bosque seco del Parque Regional – Los Besotes



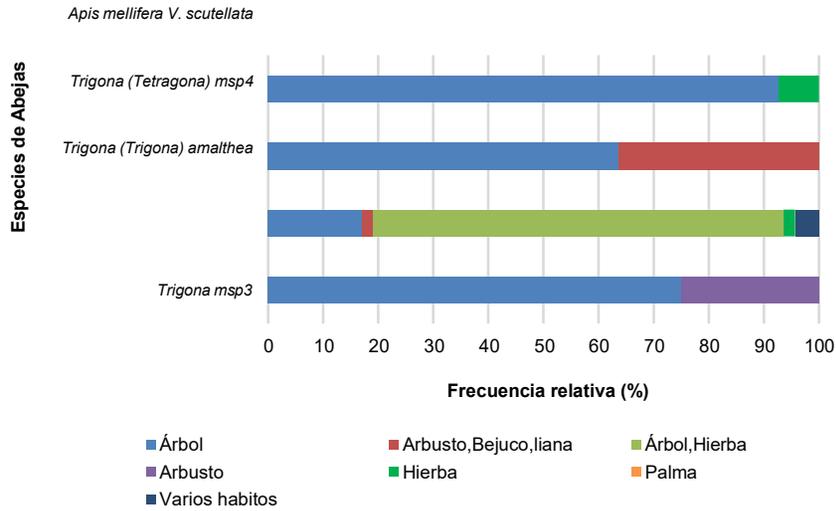


■ Árbol ■ Arbusto, bejuco, liana ■ Árbol, Hierba ■ Bejuco, liana ■ Arbusto ■ Hierba ■ Varios Habitats

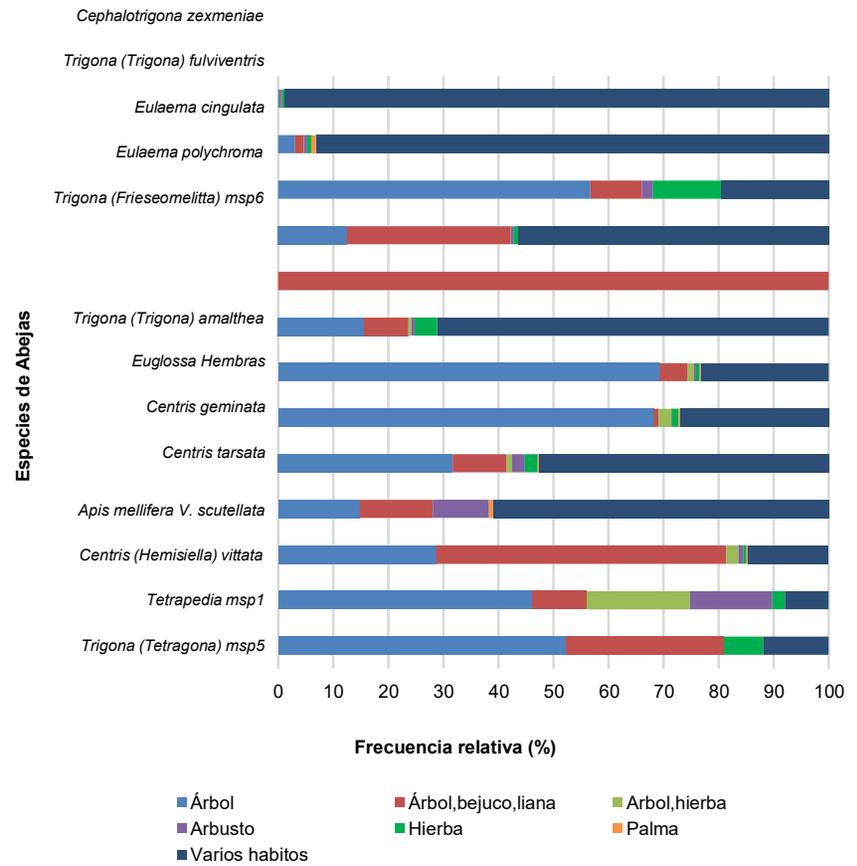
**Frecuencia relativa (%)**

■ Árbol ■ Hierba, arbusto, bejuco ■ Árbol, bejuco, liana ■ Árbol, hierba ■ Arbusto  
■ Bejuco ■ Hierba ■ Palma ■ Trepadora ■ Varios habitos

C - Lluviosa



C - Seca



### 3.3 Discusión

El bosque seco tropical se caracteriza principalmente por la estacionalidad que determina la producción de hojas, flores y frutos de la mayoría de especies de plantas y se encuentran determinados por la disponibilidad de agua. Para los polinizadores los patrones florales son determinantes evidenciándose en algunos estudios que casi el 70% de las especies de plantas de estos bosques son polinizados por insectos y en mayor cantidad por abejas (Pizano et al. 2014) resaltando nuevamente la importancia de las abejas y su papel en el mantenimiento y reproducción de dichos bosques (González 2014).

A nivel mundial, las principales familias nectaríferas y poliníferas son: Fabaceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Poaceae y Asteraceae. Las especies de estas familias tienen plena aceptación por parte de las abejas por la notable cantidad de néctar y su elevada concentración de azúcares, que están por encima del 50% y específicamente las poaceas proveen gran cantidad de polen (Benavides et al. 2011). Para el caso de esta investigación estas familias se identificaron en el espectro polínico, siendo la familia Fabaceae la que presentó mayores valores y la que se encuentra reportada en el Parque Regional los Besotes, con el mayor número de especies (30) (Anexo B, R) (Barbosa et al. 2008 y Berdugo y Rangel 2015)

Según lo reportado por Cárdenas y Salinas (2007), la familia Fabaceae ocupa el segundo puesto con el mayor número de especies maderables y el cuarto puesto con mayor número de especies con algún grado de amenaza y según Forero y Romero (2007) es de importancia económica ya que proporcionan maderas finas o de construcción, medicina popular, usos industriales (ceras, alcoholes, insecticidas, sustancias icotóxicas, mucílagos, ácidos orgánicos, taninos, tintes y perfumes), protección de suelos (fijar nitrógeno, por medio de las bacterias presentes en los nódulos que se forman en sus raíces), lo que evidencia que las especies de abejas que se encuentran en la dinámica del transporte del polen de esta familia (*A. mellifera scutellata*, *C. geminata*, *C. tarsata*, *C. vittata*, *C. zexmeniae*, *E. imperialis*, *Euglossa msp1*, *E. cingulata*, *E. polychroma*, *M. favosa*, *N. mellaria*, *Plebeia msp1*, *Scaptotrigona msp2*, *Tetrapedia msp1*, *Tetrapedia msp4*, *Trigona msp6*, *Trigona msp4*, *Trigona msp5*, *T. amalthea*, *T. angustula*, *T. corvina*, *T. fulviventris*, *Trigona msp3*, *Trigona msp4*, y *Trigona msp5*), presentan gran importancia en estos bosques al ser plantas de las que se utilizan sus semillas para la alimentación

tanto animal como humana (Begoña et al. 2010), contribuyendo en gran medida con el equilibrio y sostenibilidad del Parque Regional – Los Besotes.

De las especies de plantas identificadas (Anexo, Q), *C. vitifolium* (Bixaceae) es un árbol reportado con potencial nectarífero (Benavides et al. 2011 y López et al. 2016) y también conocido por ser una excelente fuente de polen para abejas nativas de bosque seco tropical (Rodríguez y Velásquez 2011) (especie de planta encontrada en *C. tarsata*, *C. zexmeniae*, *A. mellifera*, *N. mellaria*, *T. fulviventris*, *T. msp4*, *T. msp1*, *T. angustula*, *T. amalthea*, *T. msp 5*, *S. msp2*, *C. vittata*, *C. geminata*, *E. polychroma* y *E. cingulata*, en las dos épocas de muestreo), *C. peltata* (Moraceae) árbol de bosques primarios y secundarios que no produce néctar (Montoya et al. 2014) pero si es visitada por el polen y florece todo el año (especie de planta encontrada en *C. tarsata*, *C. zexmeniae*, *A. mellifera*, *N. mellaria*, *T. fulviventris*, *T. msp4*, *T. msp1*, *T. angustula*, *T. amalthea*, *T. msp 5*, *S. msp2*, *C. vittata*, *C. geminata* y *E. cingulata*, en las dos épocas de muestreo), *P. septenatum* (Bombacaceae) es fuente de polen (Montoya et al. 2014) (especie de planta encontrada en *A. mellifera*, *T. msp1*, *T. angustula*, *T. amalthea* en las dos épocas de muestreo) y *R. armata* (Rubiaceae) es identificada como especie melífera (especie de planta encontrada en *A. mellifera* y *C. vittata* en la época seca).

La época seca presentó mayor diversidad de tipos polínicos (105), a diferencia de la época lluviosa (40), lo que puede relacionarse con la disponibilidad de recursos florales que son aprovechados por las abejas silvestres analizadas, en donde se evidencia que algunas abejas utilizan polen de muchas plantas (poliléticas) mientras dichos recursos estén disponibles. Según Thorp (2000), citado por Aguilar y Smith (2008), muchas abejas adquieren pasivamente el polen cuando visitan las flores; pero también pueden recolectarlo activamente gracias a las diferentes adaptaciones estructurales y de comportamiento, ya que algunas pueden transportar el polen internamente en canales alimenticios o en estructuras externas como lo son pelos sobre las partes bucales o patas delanteras para facilitar la recolección en flores cuyas anteras están ocultas.

Así mismo, algunas abejas carecen o tienen reducidas dichas estructuras, como es el caso de los géneros de especies parásitas (Smith 1999), que no requieren recolectar recursos para aprovisionar sus nidos y solamente las visitan para su sostenimiento, sin embargo

también son importantes polinizadoras a pesar de no recolectar activamente el polen. Estas abejas pueden acarrear granos de polen por casualidad, como se pudo presentar en el caso de la especie *Exaerete smaragdina* en la que se identificaron 33 palinomorfos de la familia Moraceae y 9 de la familia Piperaceae en la zona B para la época seca.

De acuerdo al espectro polínico las abejas visitan diferentes estratos del bosque (dosel, subdosel, sotobosque), lo que revela la flexibilidad de las abejas en la utilización de los recursos florales, como es el caso de las especies de abejas a las que se les identificó mayor riqueza de tipos polínicos las cuales fueron *Trigona (Trigona) amalthea*, *A. mellifera scutellata*, *T. fulviventris*, *Trigona (Tetragona) msp4*, *N. mellaria* (28), *Tetrapedia msp1*, *T. angustula*, *C. vittata*, *C. zexmeniae*, *Trigona (Tetragona) msp5*, *Scaptotrigona msp2*, *Euglossa msp1*, *Trigona msp5*, *C. geminata*, *T. corvina*, *Trigona msp4* y *C. tarsata*, (Anexos F, G, H, I y J).

El género centris, según la investigación realizada por Vélez (2012) se encuentra asociada a 64 especies de plantas de las familias Fabaceae, Euphorbiaceae, Anacardiaceae, Acanthaceae, Bignoniaceae y Verbenaceae, las cuales están incluidas en las 35 familias identificadas en la presente investigación para este género a excepción de las familias Bignoniaceae y Verbenaceae.

Para el caso del género *Euglossa* es el más diverso dentro de la tribu Euglossini, y aunque existen diferentes listados de especies y claves para algunas secciones del género, aún faltan muchos más estudios relacionados a la taxonomía e identificación la cuál es un poco más compleja debido al gran número y similitud de formas (Ramírez et al 2002). Su importancia en la asociación con las plantas radica en que las hembras pueden volar grandes distancias en un solo viaje obteniendo polen y néctar de una gran variedad de plantas. Según Arriaga y Hernández (1998) en Ramírez et al. (2002), en un estudio realizado durante un año encontró que las hembras de una sola especie utilizaban 74 especies de plantas pertenecientes a 42 familias, que para el caso de la presente investigación mostró asociación con 11 familias.

Dentro del género *Apis*, la especie *Apis mellifera* es una de las más estudiadas a nivel mundial y en la actualidad se encuentra en prácticamente todo el mundo ya que ha sido

introducida en la mayoría de los países por su importancia económica (Delfin et al 2014) y a pesar de que se encuentre en todo Colombia, no se encuentran registros para el departamento del Cesar (Vélez, 2014). Una de las tantas características de esta especie es que son polilécticas, lo que puede explicar la riqueza de palinomorfos identificadas en esta especie al igual que el género *Trigona*, el cual es el más diverso de abejas sin aguijón y el que cuenta con mayor área de distribución en el mundo, pertenecen a la tribu Meliponini las cuales son generalistas en sus hábitos alimenticios por lo que actualmente son usadas como estrategia de conservación y producción de cultivos de consumo humano.

El 68% de los palinomorfos identificados se encuentran asociados a árboles, arbustos, bejucos y lianas, que según Medel et al (2014) tienen flores adaptadas a la polinización por abejas grandes (principalmente Anthophorinae, Apinae, Xylocopinae, Colletidae y Megachilidae). Las especies *C. tarsata*, *E. smaragdina*, *E. cingulata*, *C. geminata*, *E. polychroma*, pertenecientes a la subfamilia Apinae, fueron a las que se les identificó mayores tipo polínicos de estos hábitos en la época seca.

Las abejas de menor tamaño que polinizan principalmente las familias Melastomataceae, Myrtaceae, Fabaceae, Arecaceae y Asteraceae, correspondiendo en su mayoría a árboles y arbustos como se evidenció en el presente estudio, incluyen a las especies *C. zexmeniae*, *A. mellifera scutellata*, *T. amalthea*, entre otras y finalmente las especies más pequeñas están casi completamente confinadas al sotobosque y el subdosel (Díez 2002) como *Tetrapedia msp1*, *T. angustula*, *T. fulviventris*, entre otras.

Los polinizadores como las abejas que vuelan y pueden mover el polen por distancias relativamente grandes, son especialmente importantes para el flujo génico (Medel et al. 2014) y la estratificación de estos bosques, además de crear condiciones ambientales particulares que determinan su distribución (Murgas 2014), por lo que la polinización es una etapa crítica en la reproducción de las plantas y por lo tanto, en el mantenimiento y evolución de las especies y las comunidades (Machado y Lopez 2004). En los bosques secos tropicales, la mayoría de las plantas tienen flores adaptadas a la polinización por abejas, es decir, flores amarillas de tamaño mediano a grande con grandes recompensas de néctar y en el caso de las familias Leguminosae y Solanaceae, proporcionan

principalmente polen, lo que muestra que las abejas juegan un papel importante en el mantenimiento y reproducción de estos bosques (González 2014).

Por lo anterior, se evidencia la importancia en favorecer y conservar las abejas silvestres en bosques secos tropicales, las cuales se encuentran implícitas en la dinámica de la polinización y que como efecto en cadena beneficia diferentes procesos que allí se lleven a cabo, como lo indica Garibaldi et al. (2012), quien expresa que la reproducción del 87% de las plantas con flores o angiospermas aumenta por la acción de polinizadores, los que también son alimento de animales que brindan otros servicios, como aves que dispersan semillas, sapos que consumen insectos plaga, etcétera. Es decir, las decisiones sobre el uso de estos bosques afectan habitualmente a varios servicios que provee simultáneamente la vida silvestre.

Según el estudio de Berdugo y Rangel, 2015, en el que se tuvo en cuenta la composición florística del Parque Regional - Los Besotes, la fase de floración solamente se observó en las épocas de sequía (diciembre-marzo; julio) y contrastándolos con los resultados obtenidos en la presente investigación, la mayor riqueza de tipos polínicos al igual que las mayores abundancias fueron identificadas igualmente en dicha época. Sumado a esto, la estacionalidad en la producción de hojas, la floración y fructificación de la mayoría de las especies de bosque seco están determinadas por los cambios temporales en la disponibilidad de agua (Borchert 1994), y se relacionan estrechamente con los síndromes de polinización y dispersión de semillas en estos bosques.

Teniendo en cuenta que una de las características particulares del bosque seco es que varias especies del dosel presentan floración en masa; patrones de floración determinantes para los polinizadores. Estudios realizados en estos bosques de la caatinga y el cerrado brasileiros indican que aproximadamente el 70% de las especies son polinizadas por insectos, en mayor cantidad abejas (32-65%) (Pizano et al. 2014), por lo que los bienes y servicios que ofrecen estos bosques, aunque han sido poco evaluados, se estima que son muy importantes por su comportamiento en condiciones extremas de disponibilidad de agua (López et al. 2016). Razón por la cual el presente estudio presenta información relevante para apoyar procesos de protección y conservación en dichos bosques.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

El bosque seco tropical del Parque Regional Los Besotes alberga una diversidad de abejas silvestres interesante que sirve de insumo para apoyar procesos de conservación en dicha zona y replicar el estudio en otros bosques secos del país.

Con los métodos de muestreo empleados se logró realizar una buena aproximación de la diversidad de abejas silvestres de las zonas y épocas muestreadas en el área protegida evidenciándose que cada zona de muestreo es frágil guardando una proporción de la diversidad total que no guardan los otros.

El espectro polínico identificado en el polen de contacto muestra la movilidad de las especies de abejas silvestres en el Parque Regional – Los Besotes en diferentes estratos del bosque.

Teniendo en cuenta la situación actual de los bosques secos tropicales en Colombia, el Parque Regional – Los Besotes brinda multiplicidad de hábitats que pueden aprovechar las abejas silvestres para garantizar el servicio ecosistémico que prestan en dicho lugar.

## 5.2 Recomendaciones

Es necesario apoyar estudios que permitan conocer con profundidad la riqueza de abejas de los bosques secos tropicales de la región y del país, especialmente en áreas como la sistemática, la ecología y las relaciones insecto - planta, incluyendo la metodología propuesta mediante este estudio y adicionalmente muestreos de dosel en donde hay gran cantidad de recursos para las abejas silvestres.

Realizar análisis de la variación de las poblaciones de abejas durante temporadas más largas y multitemporales y relacionarlo con el efecto de la disponibilidad de recursos, épocas de reproducción o condiciones climáticas, mostraría que factores medioambientales están involucrados en la aparición de algunas especies de abejas silvestres en ciertas épocas del año.

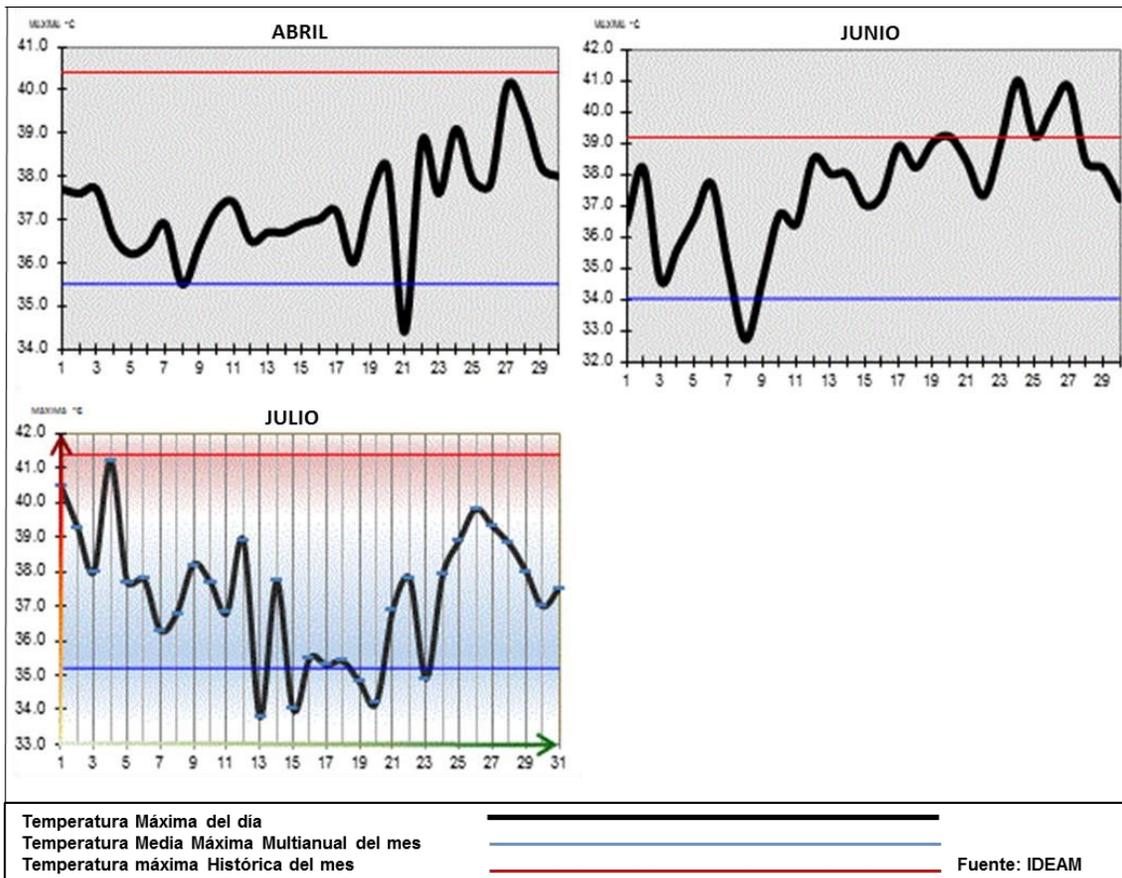
Es importante desarrollar planes de protección y conservación de la diversidad de abejas silvestres en la región que incluya el control de nidos silvestres de abejas melíferas, la protección de los recursos naturales de nidificación como algunos bancos de tierra y troncos viejos y aporte de flora que haga parte de la alimentación de estas. Estos planes deben incluir socializaciones y capacitaciones para las personas aledañas al Parque relacionado con la importancia de las abejas silvestres, el proceso de la polinización y su relación con la seguridad alimentaria del ser humano.

Muchas de las especies que fueron identificadas en el Parque Regional – Los Besotes, son potenciales para la meliponicultura, como: *M. favosa*, *N. mellaria*, *T. angustula* y géneros como *Frieseomelitta*, *Paratrigona*, *Plebeia*, entre otras, que además de contribuir en la polinización, pueden ser cultivados para obtención de miel y cera.

La elaboración de un atlas palinológico es una herramienta muy útil para profundizar en la determinación de los palinomorfos. La necesidad de este tipo de herramientas crece en la medida en que los estudios sean de alta resolución y los problemas a resolver sean más detallados, como reconstruir la sucesión vegetal en diferentes ambientes, comprender la estabilidad de las comunidades y sus procesos de formación y disolución.

Para futuros estudios en bosques secos tropicales, se deben incluir otros métodos de muestreos como los platos de colores y muestreos nocturnos, al igual que en otros estratos del bosque, particularmente el dosel, en donde va a ser posible identificar especies de abejas silvestres que no han sido detectadas en estos bosques.

## A. Anexo: Variabilidad diaria de temperatura. Estación meteorológica Aeropuerto Alfonso López (Valledupar).



## B. Anexo: Porcentaje de familias de plantas identificadas en el Parque Regional – Los Besotes.

Familia	Cantidad	%	Familia	Cantidad	%
<i>Fabaceae</i>	30	23.1	<i>Sapindaceae</i>	2	1.5
<i>Apocynaceae</i>	9	6.9	<i>Araliaceae</i>	1	0.8
<i>Bignoniaceae</i>	9	6.9	<i>Lamiaceae</i>	1	0.8
<i>Euphorbiaceae</i>	7	5.4	<i>Malvaceae</i>	1	0.8
<i>Moraceae</i>	6	4.6	<i>Agavaceae</i>	1	0.8
<i>Anacardiaceae</i>	5	3.8	<i>Araceae</i>	1	0.8
<i>Cactaceae</i>	5	3.8	<i>Arecaceae</i>	1	0.8
<i>Burseraceae</i>	4	3.1	<i>Aristolochiaceae</i>	1	0.8
<i>Lauraceae</i>	3	2.3	<i>Bixaceae</i>	1	0.8
<i>Myrtaceae</i>	3	2.3	<i>Capparidaceae</i>	1	0.8
<i>Acanthaceae</i>	2	1.5	<i>Cochlospermaceae</i>	1	0.8
<i>Annonaceae</i>	2	1.5	<i>Commelinaceae</i>	1	0.8
<i>Asteraceae</i>	2	1.5	<i>Dennstaedtiaceae</i>	1	0.8
<i>Bombacaceae</i>	2	1.5	<i>Dilleniaceae</i>	1	0.8
<i>Boraginaceae</i>	2	1.5	<i>Erythroxylaceae</i>	1	0.8
<i>Bromeliaceae</i>	2	1.5	<i>Heliconiaceae</i>	1	0.8
<i>Caricaceae</i>	2	1.5	<i>Labiatae</i>	1	0.8
<i>Chrysobalanaceae</i>	2	1.5	<i>Musaceae</i>	1	0.8
<i>Flacourtiaceae</i>	2	1.5	<i>Rubiaceae</i>	1	0.8
<i>Malpighiaceae</i>	2	1.5	<i>Salicaceae</i>	1	0.8
<i>Melastomataceae</i>	2	1.5	<i>Sapotaceae</i>	1	0.8
<i>Meliaceae</i>	2	1.5	<i>Urticaceae</i>	1	0.8
<i>Polygonaceae</i>	2	1.5	<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	<b>100</b>

## C. Anexo: Familias identificadas en el espectro polínico de las abejas silvestres.

Familias (Morfortipos) polen	Época lluviosa			Época seca			Total general		
	A	B	C	Total Lluvia	A	B		C	Total Seca
<b>Acanthaceae (1)</b>		1		1	9	59		68	69
<i>Justicia filibracteosa</i>		1		1	9	59		68	69
<b>Amaranthaceae (1)</b>					36	2		38	38
<i>Amaranthaceae msp1</i>					36	2		38	38
<b>Anacardiaceae (10)</b>	14	4		18	223	1249	125	1597	1615
<i>Anacardiaceae msp1</i>	9			9			32	194	203
<i>Anacardiaceae msp2</i>						239		239	239
<i>Anacardiaceae msp3</i>						475		475	475
<i>Anacardiaceae msp4</i>						514		514	514
<i>Anacardiaceae msp5</i>		2	2	4	7		62	69	73
<i>Anacardiaceae msp6</i>						1		1	1
<i>Anacardiaceae msp7</i>					1	20		21	21
<i>Astronium sp.</i>					11		8	19	19
<i>Mangifera indica</i>					3			3	3
<i>Spondias sp.</i>		3	2	5	39		23	62	67
<b>Apocynaceae (7)</b>	6			6	57	6	50	113	119
<i>Thevetia sp.</i>							5	5	5
<i>Apocynaceae msp1</i>	4			4	21		19	40	44
<i>Apocynaceae msp2</i>							2	2	2
<i>Aspidosperma sp.</i>	1			1	7	6	24	37	38
<i>Celtis sp.</i>	1			1	13			13	14
<i>Rauvolfia littoralis</i>					7			7	7
<i>Stemmadenia sp.</i>					9			9	9
<b>Araceae (1)</b>	17	9		26	19		19	38	64
<i>Anthurium crassinervium</i>	17	9		26	19		19	38	64
<b>Arecaceae (1)</b>	1			1	2	5	13	20	21
<i>Arecaceae msp1</i>	1			1	2	5	13	20	21
<b>Asteraceae (1)</b>	8		1	9	17	75		92	101
<i>Asteraceae msp1</i>	8		1	9	17	75		92	101
<b>Bignoniaceae (2)</b>	1			1	3		29	32	33
<i>Bignoniaceae msp1</i>	1			1	3		27	30	31
<i>Crescentiasp.</i>							2	2	2

Familias (Morfortipos) polen	Época lluviosa				Época seca				Total general
	A	B	C	Total Lluvia	A	B	C	Total Seca	
<b>Bombacaceae (3)</b>		<b>15</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<i>Bombacaceae msp1</i>		1		1					1
<i>Bombacopsis sp.</i>						11		11	11
<i>Pseudobombax septenatum</i>		14	1	15	5	6	2	13	28
<b>Brassicaceae (1)</b>					<b>6</b>		<b>11</b>	<b>17</b>	<b>17</b>
<i>Brassicaceae msp1</i>					6		11	17	17
<b>Bromeliaceae (1)</b>					<b>36</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
<i>Bromelia sp.</i>					36	2	6	44	44
<b>Burseraceae (1)</b>					<b>224</b>	<b>61</b>	<b>107</b>	<b>392</b>	<b>392</b>
<i>Bursera sp.</i>					224	61	107	392	392
<b>Cactaceae (4)</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>81</b>	<b>94</b>	<b>109</b>
<i>Cactaceae msp2</i>	7	1	5	13		1	47	48	61
<i>Cactaceae sp1.</i>					1		22	23	23
<i>Cataceae sp2.</i>					11		5	16	16
<i>Pereskia sp.</i>	2			2			7	7	9
<b>Cochlospermaceae (1)</b>	<b>15</b>	<b>8</b>		<b>23</b>	<b>111</b>	<b>346</b>	<b>2017</b>	<b>2474</b>	<b>2497</b>
<i>Cochlospermun vitifolium</i>	15	8		23	111	346	2017	2474	2497
<b>Combretaceae/ Melastomataceae(1)</b>	<b>45</b>		<b>1</b>	<b>46</b>	<b>19</b>			<b>19</b>	<b>65</b>
<i>Combretaceae msp1</i>	45		1	46	19			19	65
<b>Cyperaceae (1)</b>					<b>6</b>		<b>1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<i>Cyperaceae msp1</i>					6		1	7	7
<b>Euphorbiaceae (9)</b>	<b>18</b>	<b>84</b>	<b>7</b>	<b>109</b>	<b>52</b>	<b>158</b>	<b>34</b>	<b>244</b>	<b>353</b>
<i>Acalypha sp.</i>					8			8	8
<i>Alchornea sp.</i>	7		1	8		3	4	7	15
<i>Casearia sp.</i>					2			2	2
<i>Croton sp.</i>	5			5	8	4	15	27	32
<i>Dalechampia sp.</i>	4			4	6	8		14	18
<i>Euphorbia sp.</i>	2			2	7			7	9
<i>Euphorbiaceae msp1</i>		1	1	2	17	2		19	21
<i>Euphorbiaceae msp2</i>					1		13	14	14
<i>Sapium sp.</i>		83	5	88	3	141	2	146	234
<b>Fabaceae (24)</b>	<b>46</b>	<b>14</b>	<b>61</b>	<b>121</b>	<b>213</b>	<b>161</b>	<b>3851</b>	<b>4225</b>	<b>4346</b>
<i>Fabaceae msp13</i>					1			1	1
<i>Acacia sp.</i>			1	1	6	1	4	11	12
<i>Aeschynomene sp.</i>					8	7	87	102	102
<i>Caesalpinia sp.</i>			56	56	10		28	38	94

Familias (Morfortipos) polen	Época lluviosa				Época seca				
	A	B	C	Total Lluvia	A	B	C	Total Seca	Total general
<i>Desmodium sp1.</i>					7		1	8	8
<i>Desmodium sp2.</i>					6		1	7	7
<i>Fabaceae msp1</i>					6	2		8	8
<i>Fabaceae msp10</i>					6	1		7	7
<i>Fabaceae msp11</i>					13		11	24	24
<i>Fabaceae msp12</i>					6		6	12	12
<i>Fabaceae msp13</i>	15		1	16			24	24	40
<i>Fabaceae msp2</i>	31	12	3	46	59	1	3099	3159	3205
<i>Fabaceae msp3</i>					6		565	571	571
<i>Fabaceae msp4</i>					6	2		8	8
<i>Fabaceae msp5</i>					6	24		30	30
<i>Fabaceae msp6</i>					6	1		7	7
<i>Fabaceae msp7</i>					12	1		13	13
<i>Fabaceae msp8</i>					6	24		30	30
<i>Fabaceae msp9</i>					6	2		8	8
<i>Inga sp1.</i>					6		1	7	7
<i>Inga sp2.</i>					8	95	20	123	123
<i>Inga sp3.</i>		2		2	6		2	8	10
<i>Mimosa granulosa</i>					6		1	7	7
<i>Mimosa sp.</i>					11		1	12	12
<b>Loranthaceae (1)</b>					<b>6</b>	<b>6</b>		<b>12</b>	<b>12</b>
<i>Loranthaceae msp1</i>					6	6		12	12
<b>Malpigiaceae (12)</b>	<b>43</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>85</b>	<b>73</b>	<b>502</b>	<b>866</b>	<b>1441</b>	<b>1526</b>
<i>Malpigiaceae msp2</i>						3		3	3
<i>Malpigiaceae msp3</i>						293		293	293
<i>Malpigiaceae msp9</i>						162		162	162
<i>Malpigiaceae msp1</i>					18		28	46	46
<i>Malpigiaceae msp10</i>	10			10	3		219	222	232
<i>Malpigiaceae msp11</i>					2			2	2
<i>Malpigiaceae msp12</i>					3		37	40	40
<i>Malpigiaceae msp4</i>	26	36	6	68	18		522	540	608
<i>Malpigiaceae msp5</i>	7			7	21		30	51	58
<i>Malpigiaceae msp6</i>						44	17	61	61
<i>Malpigiaceae msp7</i>					5		13	18	18
<i>Malpigiaceae msp8</i>					3			3	3
<b>Melastomataceae (1)</b>					<b>6</b>	<b>1</b>		<b>7</b>	<b>7</b>

Familias (Morfortipos) polen	Época lluviosa				Época seca				Total general
	A	B	C	Total Lluvia	A	B	C	Total Seca	
<i>Miconia sp.</i>					6	1		7	7
<b>Moraceae (3)</b>	<b>687</b>	<b>80</b>	<b>43</b>	<b>810</b>	<b>935</b>	<b>956</b>	<b>52</b>	<b>1943</b>	<b>2753</b>
<i>Brosimum sp.</i>	25			25	32	701	1	734	759
<i>Cecropia Peltata</i>	391	4	8	403	885	230	30	1145	1548
<i>Moraceae msp1</i>	271	76	35	382	18	25	21	64	446
<b>Myrtaceae (2)</b>	<b>14</b>			<b>14</b>	<b>221</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>240</b>	<b>254</b>
<i>Myrtaceae msp1</i>	14			14	10	11		21	35
<i>Psidium sp.</i>					211	7	1	219	219
<b>Onagraceae (1)</b>					<b>7</b>			<b>7</b>	<b>7</b>
<i>Onagraceae msp1</i>					7			7	7
<b>Passifloraceae (1)</b>					<b>11</b>	<b>1</b>		<b>12</b>	<b>12</b>
<i>Passifloraceae msp1</i>					11	1		12	12
<b>Piperaceae (2)</b>	<b>283</b>			<b>283</b>	<b>62</b>	<b>94</b>	<b>2</b>	<b>158</b>	<b>441</b>
<i>Peperomia sp.</i>					6	10		16	16
<i>Piper sp.</i>	283			283	56	84	2	142	425
<b>Poaceae (1)</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>		<b>7</b>	<b>9</b>
<i>Poaceae msp1</i>	1	1		2	6	1		7	9
<b>Podocarpaceae (1)</b>					<b>6</b>	<b>1</b>		<b>7</b>	<b>7</b>
<i>Podocarpus sp.</i>					6	1		7	7
<b>Portulacaceae (1)</b>					<b>8</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<i>Portulaca sp.</i>					8		2	10	10
<b>Proteaceae (1)</b>					<b>7</b>		<b>1</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<i>Proteaceae msp1</i>					7		1	8	8
<b>Pteridophyta (3)</b>					<b>18</b>	<b>3</b>		<b>21</b>	<b>21</b>
<i>Pteridophyta msp1</i>					6	1		7	7
<i>Pteridophyta msp2</i>					6	1		7	7
<i>Pteridophyta msp3</i>					6	1		7	7
<b>Rubiaceae(1)</b>					<b>7</b>		<b>3</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<i>Randia armata</i>					7		3	10	10
<b>Rutaceae (1)</b>					<b>6</b>			<b>6</b>	<b>6</b>
<i>Citrus sp.</i>					6			6	6
<b>Sapindaceae (1)</b>		<b>1</b>		<b>1</b>	<b>9</b>		<b>1</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<i>Sapindaceae msp1</i>		1		1	9		1	10	11
<b>Solanaceae (3)</b>	<b>102</b>			<b>102</b>	<b>19</b>	<b>82</b>	<b>142</b>	<b>243</b>	<b>345</b>
<i>Solanaceae msp1</i>	101			101	6		45	51	152
<i>Solanaceae msp2</i>					6	49		55	55
<i>Solanaceae msp3</i>	1			1	7	33	97	137	138
<b>Total general</b>	<b>1296</b>	<b>264</b>	<b>129</b>	<b>1689</b>	<b>2457</b>	<b>3807</b>	<b>7416</b>	<b>13680</b>	<b>15369</b>

## D. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en época lluviosa.

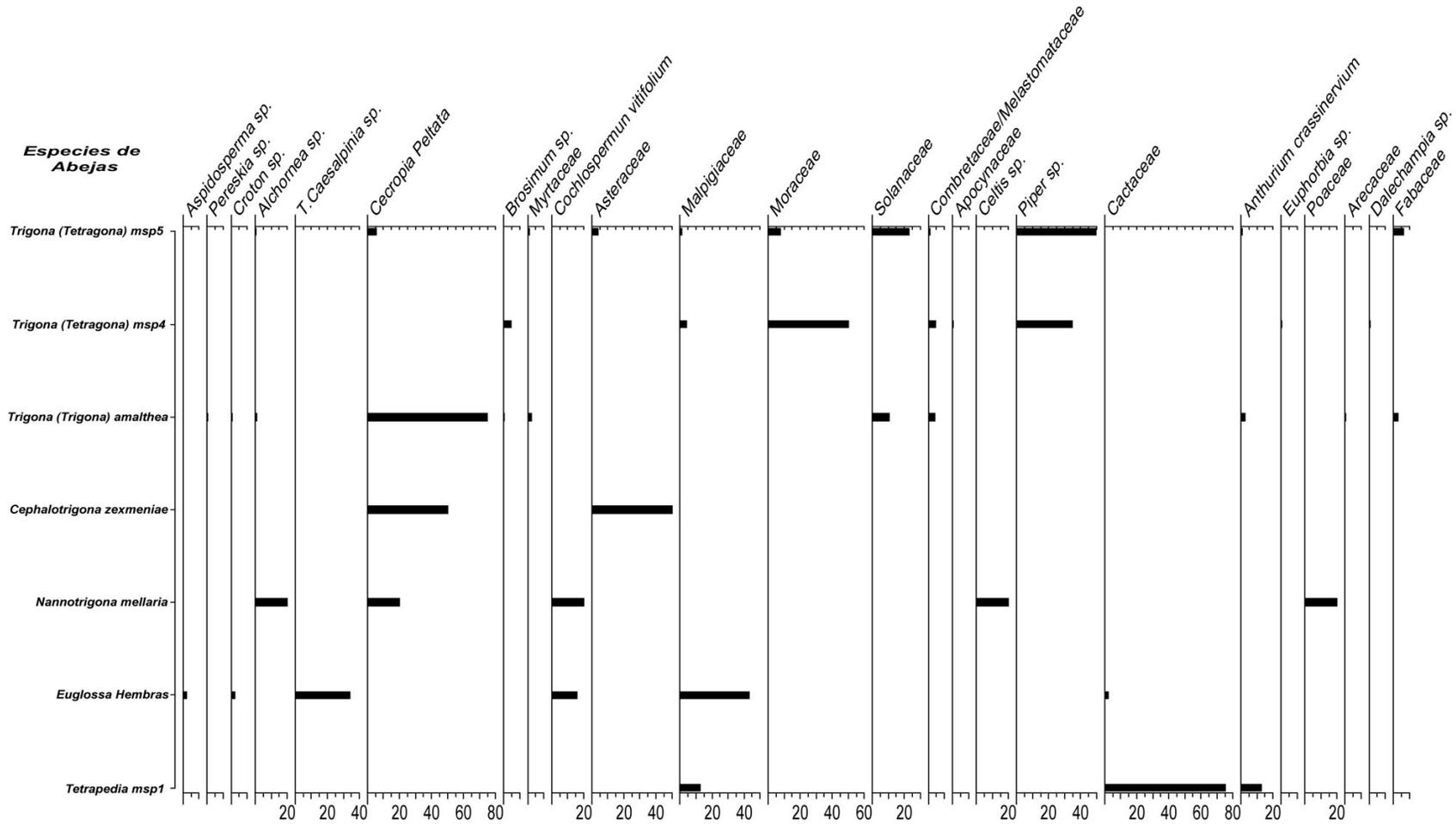
Especie de abeja / Familia planta	Acanthaceae	Anacardiaceae	Apocynaceae	Araceae	Areaceae	Asteraceae	Bignoniaceae	Bombacaceae	Cactaceae	Cochlospermaceae	Combretaceae/ Melastomataceae	Euphorbiaceae	Fabaceae	Malpigiaceae	Malpigiaceae	Moraceae	Myrtaceae	Piperaceae	Poaceae	Sapindaceae	Solanaceae	Total general
<i>Trigona amalthea</i>	1	11	1	13	1	1	0	15	4	5	20	90	29	35	0	419	12	0	1	1	52	<b>711</b>
<i>Trigona (Tetragona) msp4</i>	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	23	8	3	14	10	280	0	177	0	0	0	<b>519</b>
<i>Trigona (Tetragona) msp5</i>	0	0	0	2	0	8	0	0	0	0	2	1	15	2	0	28	2	106	0	0	49	<b>215</b>
<i>Partamona cupira</i>	0	2	0	9	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	79	0	0	0	0	0	<b>93</b>
<i>Apis mellifera scutellata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	52	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>60</b>
<i>Euglossa msp1</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7	0	1	15	19	0	0	0	0	0	0	0	<b>44</b>
<i>Trigona fulviventris</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>11</b>
<i>Tetrapedia msp1</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>8</b>
<i>Nannotrigona mellaria</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	<b>7</b>
<i>Trigona angustula</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	<b>7</b>
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>3</b>
<i>Melipona favosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	<b>3</b>
<i>Trigona msp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>
<i>Plebeia (Plebeia) msp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
<i>Trigona msp4</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
<i>Trigona (Frieseomelitta) msp6</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<b>Total general</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>46</b>	<b>109</b>	<b>121</b>	<b>75</b>	<b>10</b>	<b>810</b>	<b>14</b>	<b>283</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>102</b>	<b>1689</b>

## E.Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en época seca.

Especie de abeja / Familia planta	Acanthaceae	Amaranthaceae	Anacardiaceae	Apocynaceae	Araceae	Arecaeae	Asteraceae	Biognoniaceae	Bombacaceae	Brassicaceae	Bromelia	Burseraceae	Cactaceae	Cochlospermaceae	Combretaceae/ Melastomataceae	Cyperaceae	Euphorbiaceae	Fabaceae	Loranthaceae	Malpigiaceae	Melastomataceae	Moraceae	Myrtaceae	Onagraceae	Passifloraceae	Piperaceae	Poaceae	Podocarpaceae	Portulacaceae	Proteaceae	Pteridophyta	Rubiaceae	Rutaceae	Sapindaceae	Solanaceae	Total general	
<i>Centris tarsata</i>	15	6	31	39	6	2	11	0	0	17	6	135	9	439	6	6	36	506	6	377	6	154	14	6	6	46	6	6	6	6	18	6	6	6	24	1969	
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	1	2	28	0	0	0	1	2	0	0	6	22	2	24	7	0	0	1243	0	2	0	150	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1494
<i>Trigona amalthea</i>	5	4	127	15	2	0	2	3	3	0	13	20	20	91	0	1	28	406	5	41	0	576	23	0	3	14	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1406	
<i>Apis mellifera scutellata</i>	1	6	334	9	4	2	5	3	3	0	6	16	0	49	0	0	26	122	0	191	1	187	111	0	0	70	0	0	0	1	1	1	0	0	17	1166	
<i>Centris geminata</i>	0	0	11	2	0	3	0	9	0	0	0	0	15	756	0	0	1	302	0	3	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1137	
<i>Eulaema polychroma</i>	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	18	6	126	0	0	0	583	0	303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1040	
<i>Trigona fulviventris</i>	1	2	83	6	3	5	1	0	1	0	0	29	2	31	6	0	12	523	0	27	0	48	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	4	1	789	
<i>Centris vittata</i>	0	0	12	7	4	2	0	15	0	0	0	0	4	173	0	0	1	105	0	323	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	663	
<i>Tetrapedia msp1</i>	0	0	8	10	10	0	0	0	0	0	0	10	4	251	0	0	9	129	0	56	0	14	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	108	614	
<i>Trigona (Trigona) msp4</i>	3	0	31	1	1	0	64	0	0	0	0	1	1	2	0	0	10	1	0	25	0	467	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	613
<i>Euglossa msp1</i>	0	0	16	6	0	1	0	0	0	0	0	18	4	363	0	0	0	144	0	28	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	587	
<i>Scaptotrigona msp2</i>	2	0	282	2	0	0	1	0	9	0	1	20	0	26	0	0	39	50	1	0	0	37	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	490	
<i>Trigona angustula</i>	9	1	233	1	0	0	1	0	4	0	0	4	0	21	0	0	41	32	0	9	0	37	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	13	411	
<i>Trigona corvina</i>	20	0	193	0	0	0	1	0	2	0	0	4	0	0	0	0	20	23	0	0	0	23	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	18	307	
<i>Nannotrigona mellaria</i>	1	14	72	3	4	1	1	0	0	0	10	0	0	3	0	0	6	13	0	5	0	90	34	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	265	
<i>Trigona msp4</i>	0	3	22	1	2	0	1	0	0	0	0	30	6	24	0	0	2	1	0	17	0	72	49	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	233	
<i>Eulaema cingulata</i>	0	0	3	8	0	0	0	0	1	0	0	45	12	48	0	0	2	27	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	
<i>Trigona msp5</i>	10	0	51	0	0	4	2	0	0	0	0	7	0	1	0	0	9	4	0	2	0	12	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	117	
<i>Tetrapedia msp4</i>	0	0	3	0	0	0	1	0	1	0	2	13	1	25	0	0	1	2	0	2	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	60	
<i>Trigona (Trigona) msp5</i>	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	21	0	0	0	6	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	
<i>Euglossa imperialis</i>	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	48	
<i>Exaerete smaragdina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	
<i>Trigona (Frieseomelitta) msp6</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
<i>Trigona msp1</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<b>Total general</b>	<b>68</b>	<b>38</b>	<b>1591</b>	<b>113</b>	<b>38</b>	<b>20</b>	<b>92</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>44</b>	<b>392</b>	<b>94</b>	<b>2474</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>244</b>	<b>4225</b>	<b>12</b>	<b>1441</b>	<b>7</b>	<b>1943</b>	<b>240</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>158</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>243</b>	<b>13674</b>	

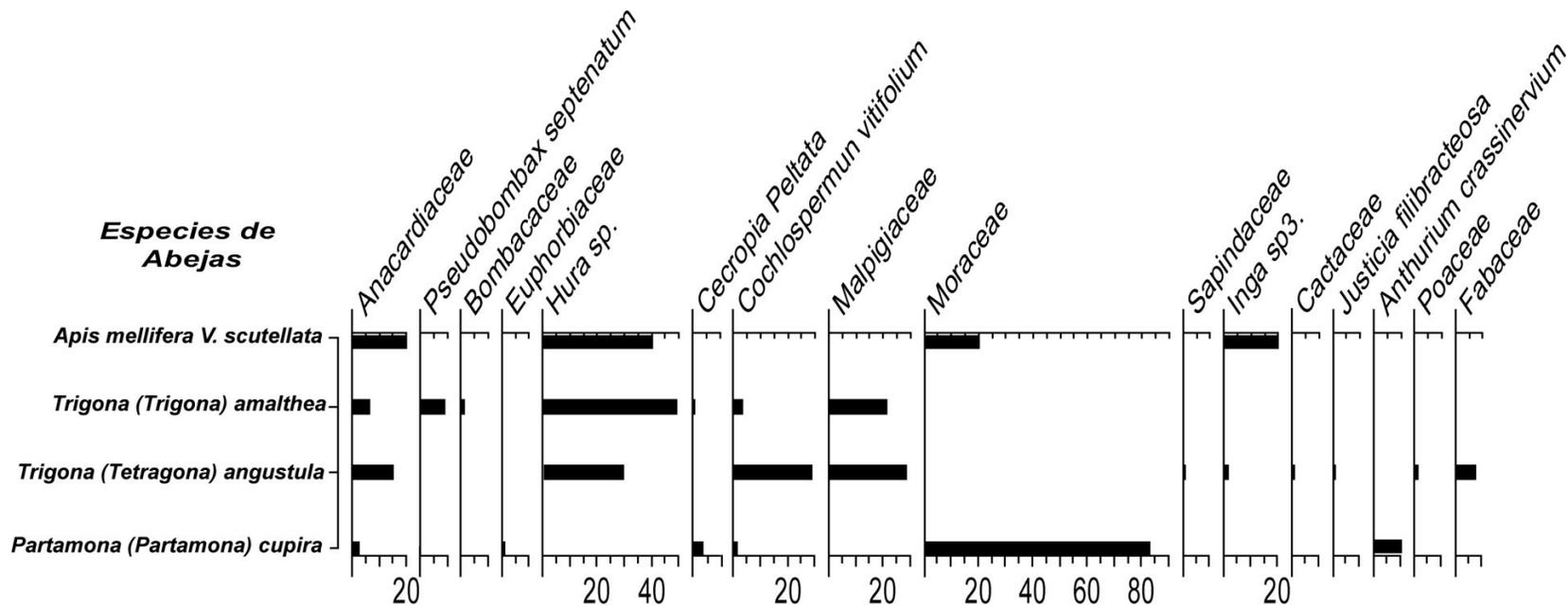


### G. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona A de la época lluviosa.



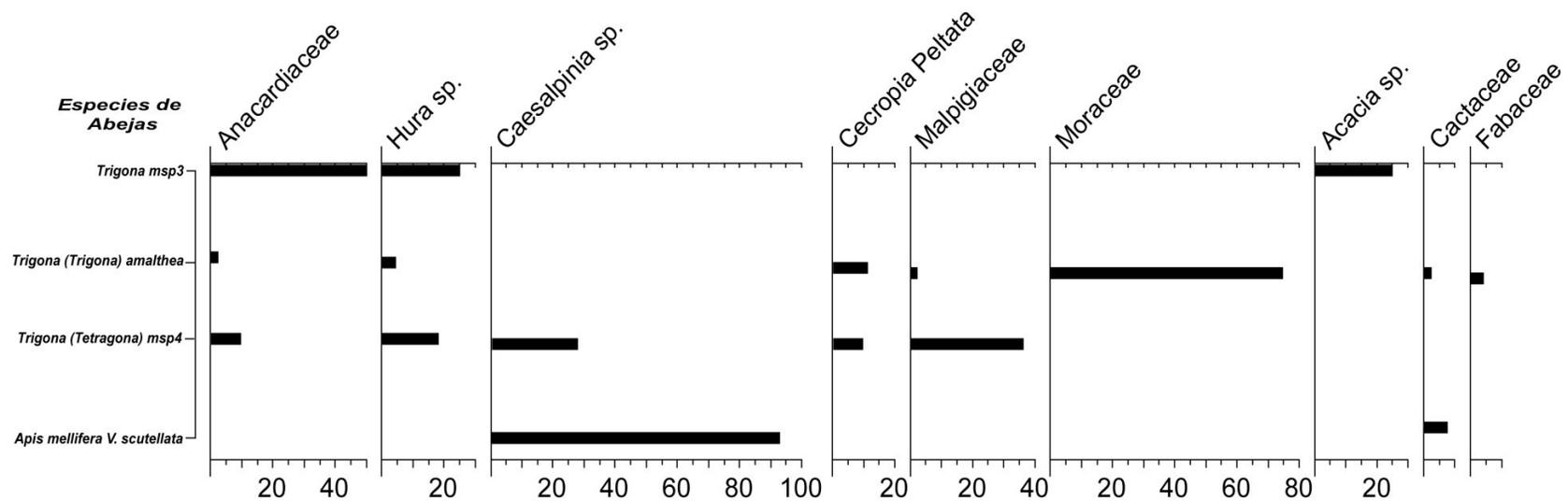


**I. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona B de la época lluviosa.**





## K. Anexo: Abundancias de granos de polen identificados por especie de abeja en la zona C de la época lluviosa.



**L.Anexo: Palinograma para las especies de abejas recolectadas  
mediante captura manual, en las dos épocas y zonas de muestreo.**

**M. Anexo: Palinograma para las especies de abejas recolectadas mediante captura manual, en las dos épocas de muestreo en la zona A.**

**N. Anexo: Palinograma para las especies de abejas recolectadas mediante captura manual, en las dos épocas de muestreo en la zona B.**

**O. Anexo: Palinograma para las especies de abejas recolectadas mediante captura manual, en las dos épocas de muestreo en la zona C.**

## P. Fotografías de las especies de abejas silvestres identificadas.

**Anexo P-1:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Apis mellifera scutellata* (Cala 2015).



**Anexo P- 2:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Augochlora msp1* (Cala 2015).



**Anexo P-3:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Centris (Trachina) msp1* (Cala 2015).



**Anexo P-4:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Centris geminata* (Cala 2015).



**Anexo P-5:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Centris tarsata* (Cala 2015).



**Anexo P-6:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Cephalotrigona zexmeniae*  
(Cala 2015).



**Anexo P-7:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Ceratina* (*Calloceratina*) *msp2* (Cala 2015).



**Anexo P-8:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Epicharis* (*Epicharoides*) *msp1*. A. Hembra B. Macho (Cala 2015).

A



B



**Anexo P-9:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Eufriesea msp1* (Cala 2015).



**Anexo P-10:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Euglossa chlorina* (Cala 2015).



**Anexo P-11:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Euglossa cyanaspis* (Cala 2015).



**Anexo P-12:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Euglossa dressleri* (Cala 2015).



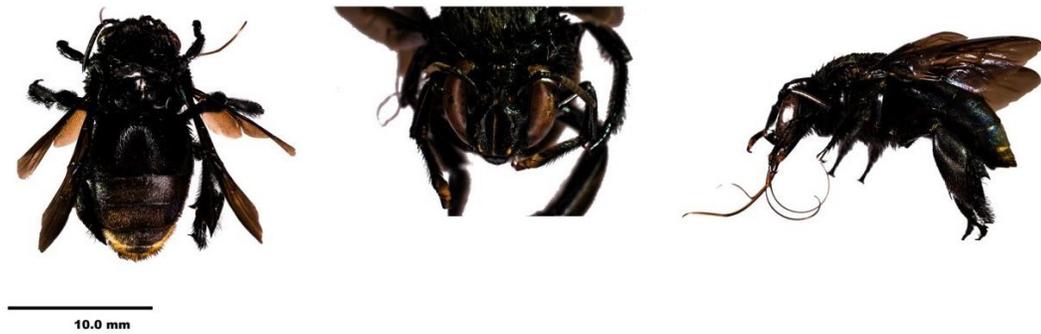
**Anexo P-13:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Euglossa imperialis* (Cala 2015).



**Anexo P-14:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Euglossa modestior* (Cala 2015).



**Anexo P-15:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Eulaema nigrita* (Cala 2015).



**Anexo P-16:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Eulaema cingulata* (Cala 2015).



**Anexo P-17:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Eulaema polychroma*  
(Cala 2015).



**Anexo P-18:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Exaerete smaragdina*  
(Cala 2015).



**Anexo P-19:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Exomalopsis msp1* (Cala 2015).



**Anexo P-20:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Lestrimelitta limao* (Cala 2015).



**Anexo P-21:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Melipona favosa* (Cala 2015).



**Anexo P-22:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Melipona msp1* (Cala 2015).



**Anexo P-23:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Mesocheira bicolor* (Cala 2015).



**Anexo P-24:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Nannotrigona mellaria* (Cala 2015).



**Anexo P-25:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Partamona (Partamona)*  
*cupira* (Cala 2015).



**Anexo P-26:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Pseudaugochlora msp1*  
(Cala 2015).



**Anexo P-27:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Pseudaugochlora msp2* (Cala 2015).



**Anexo P-28:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Scaptotrigona msp2* (Cala 2015).



**Anexo P-29:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Tetrapedia msp1* (Cala 2015).



**Anexo P-30:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Trigona (Trigona) amalthea* (Cala 2015).



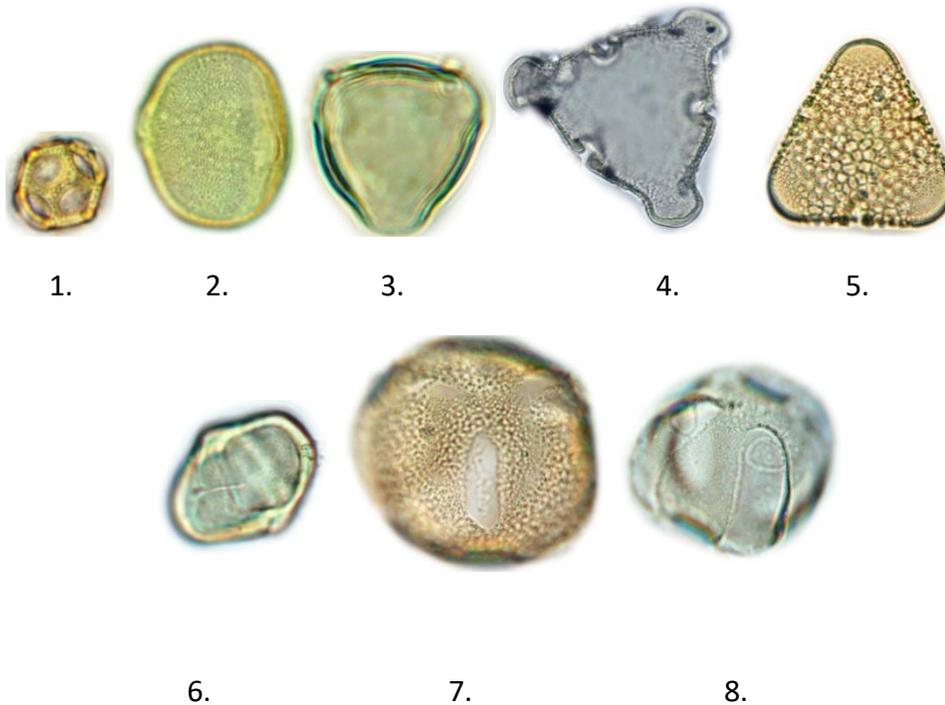
**Anexo P-31:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Trigona (Trigona) corvina* (Cala 2015).



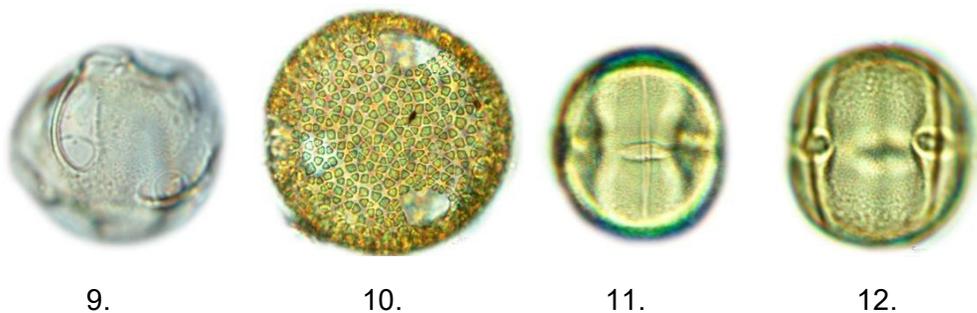
**Anexo P-32:** Vista Lateral, frontal y dorsal de la especie *Trigona (Trigona) fulviventris* (Cala 2015).



## Q. Anexo: Fotografías del polen identificado en las especies de abejas.



**Plancha1.** (1) Amaranthaceae; (2) Anacardiaceae: *Spondias* sp ;(3) Bixaceae: *Cochlospermum vitifolium*; Bombacaceae / Malvaceae (4) *Bombacopsis* sp, (5) *Pseudobombax septenatum*; Apocynaceae: *Tabernaemontana* sp. (6); Cactaceae (7); Malpigiaceae (8).

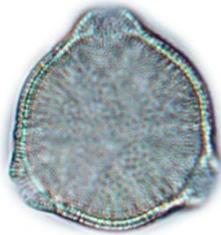
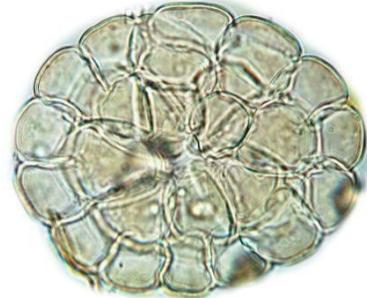




13.



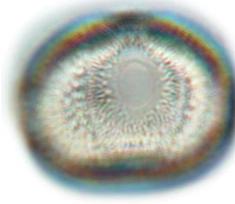
14.



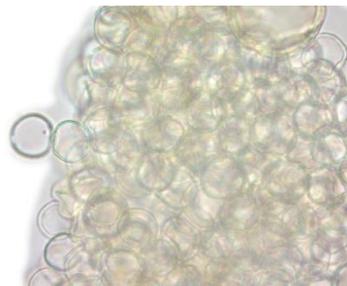
15.



16.



**Plancha 2.** Euphorbiaceae: (9) *Croton* sp., (10) *Sapium* sp. (11, 12); Fabaceae: *Inga* sp2 (13), *Inga* sp3 (14).



17.



18.



19.

**Plancha 3.** Fabaceae: *Caesalpinia* sp. (15,16); Moraceae (17); Myrtaceae (18); Rubiaceae: *Randia armata* (19).

## R. Anexo: Plantas destacadas del Parque Regional – Los Besotes.

No.	Especie	Familia	Nombre común	Uso
1	<i>Acalypha macrostachya</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Rabo de gato	n.c
2	<i>Acasia riparia</i>	<i>Fabaceae</i>	Mulato	n.c
3	<i>Achatocarpus nigricans</i>	<i>Achatocarpaceae</i>	nn	n.c
4	<i>Albizia niopoides</i>	<i>Fabaceae</i>	Guacamayo	Forrajero
5	<i>Albizia subdimidiata</i>	<i>Mimosaceae</i>	nn	
6	<i>Anacardium excelsum</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Caracolí	Maderable, alimento y barbasco
7	<i>Andira inermis</i>	<i>Fabaceae</i>	Manteco, almendro	Medicinal
8	<i>Ardisia foetida</i>	<i>Achatocarpaceae</i>	nn	n.c
9	<i>Aspidosperma cuspa</i>	<i>Apocynaceae</i>	Carreto	n.c
10	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	<i>Apocynaceae</i>	Carreto, carretillo	Maderable
11	<i>Astronium graveolens</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Quebracho, gusanero	Maderable
12	<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Moraceae</i>	Guáimaro	Maderable y alimento
13	<i>Bursera simaruba</i>	<i>Burseraceae</i>	Resbala Mono	Ornamental y medicinal
14	<i>Bursera sp</i>	<i>Burseraceae</i>	nn	n.c
15	<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Malpighiaceae</i>	Chaparro, peraleja	Tintorería, medicinal y ornamental
16	<i>Casearia corymbosa</i>	<i>Salicaceae</i>	Ondequiera, huevo de gato	Ornamental, alimento para aves y tóxico.
17	<i>Caesalpinia coriaria</i>	<i>Fabaceae</i>	Divi divi	Tintorería, industria, alimento y medicinal.
18	<i>Calliandria magdalenae</i>	<i>Fabaceae</i>	Carbonero	n.c
19	<i>Capparidastrium frondosum</i>	<i>Capparaceae</i>	nn	n.c
20	<i>Casearia arguta</i>	<i>Flacourtiaceae</i>	nn	n.c
21	<i>Cecropia peltata</i>	<i>Urticaceae</i>	Yarumo	Industrial
22	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Bombacaceae</i>	Bonga	Artesanal
23	<i>Celtis trinervia</i>	<i>Cannabaceae</i>	nn	n.c
24	<i>Cereus hexagonus</i>	<i>Cactaceae</i>	Cardón, cacto	n.c
25	<i>Chloroleucon mangense</i>	<i>Fabaceae</i>	Espino amarillo	Maderable
26	<i>Cinnamomum triplenerve</i>	<i>Lauraceae</i>	nn	n.c
27	<i>Clitoria dendrina</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c

No.	Especie	Familia	Nombre común	Uso
28	<i>Cnidoscolus urens</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Pringamosa, toro ortiga	n.c
29	<i>Coccoloba acuminata</i>	<i>Polygonaceae</i>	Maiz tostao	Ornamental
30	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	<i>Cochlospermaceae</i>	Bototo, algodóncillo, papayote, majaguillo, papayuelo	Medicinal
31	<i>Cordia bidentata</i>	<i>Boraginaceae</i>	Wito , aguardientico	n.c
32	<i>Coussarea sp</i>	<i>Rubiaceae</i>	nn	n.c
33	<i>Erythrina velutina</i>	<i>Fabaceae</i>	Pepito colorado	Medicinal
34	<i>Erythroxyllum sp</i>	<i>Erythroxyllaceae</i>	nn	n.c
35	<i>Eugenia procera</i>	<i>Myrtaceae</i>	guayabo rojo - arrayán	n.c
36	<i>Faramea occidentalis</i>	<i>Rubiaceae</i>	nn	n.c
37	<i>Ficus yoponensis</i>	<i>Moraceae</i>	nn	Alimento fauna
38	<i>Genipa americana</i>	<i>Rubiaceae</i>	Jagua azul	Alimento y medicinal
39	<i>Guettarda acreana</i>	<i>Rubiaceae</i>	nn	n.c
40	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	<i>Fabaceae</i>	Brasil	Industrial , colorante
41	<i>Hamelia axillaris</i>	<i>Rubiaceae</i>	nn	n.c
42	<i>Handroanthus billbergii</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Guayacán, flor amarillo	n.c
43	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Araguaney, guayacán, cañahuate	Ornamental, maderable
44	<i>Handroanthus chrysea</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Polvillo, roble amarillo, araguaney	n.c
45	<i>Handroanthus coralibe</i>	<i>Bignoniaceae</i>	nn	n.c
46	<i>Heisteria acuminata</i>	<i>Olacaceae</i>	nn	n.c
47	<i>Hura crepitans</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Ceiba de leche	Tóxico
48	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Fabaceae</i>	Algarrobo	Alimento
49	<i>Inga edulis</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	Ornamental y maderable
50	<i>Inga sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
51	<i>Lonchocarpus punctactum</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
52	<i>Mabea montana</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Mabea	n.c
53	<i>Machaerium biovulatum</i>	<i>Fabaceae</i>	Rabo de iguana - siete cueros	n.c
54	<i>Machaerium capote</i>	<i>Fabaceae</i>	Baro blanco, capote	n.c
55	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Moraceae</i>	Mora amarilla	Tintórea
56	<i>Maytenus longipes</i>	<i>Celastraceae</i>	nn	n.c
57	<i>Melicoccus bijugatus</i>	<i>Sapindaceae</i>	Mamoncillo	Alimento
58	<i>Melochia sp</i>	<i>Malvaceae</i>	nn	n.c

No.	Especie	Familia	Nombre común	Uso
59	<i>Miconia spicellata</i>	<i>Melastomataceae</i>	nn	n.c
60	<i>Myrcianthes Fragrans</i>	<i>Myrtaceae</i>	Guayabo - Arrayán	Medicinal
61	<i>Myriocarpa stipitata</i>	<i>Urticaceae</i>	nn	n.c
62	<i>Ocotea macrophylla</i>	<i>Lauraceae</i>	aceituno, jigua	Alimento fauna
63	<i>Pereskia guamacho</i>	<i>Cactaceae</i>	Guamacho, candelo	Alimento
64	<i>Pilocarpus goudotianus</i>	<i>Rutaceae</i>	nn	n.c
65	<i>Piper médium</i>	<i>Piperaceae</i>	Cordoncillo	n.c
66	<i>Piptadenia flava</i>	<i>Mimosaceae</i>	Dormilón, cola de iguana	n.c
67	<i>Pisonia cf. Aculeata</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	Liana	n.c
68	<i>Platymisium pinnatum</i>	<i>Fabaceae</i>	Trébol	Maderable
69	<i>Plumeria sp</i>	<i>Apocynaceae</i>	nn	Ornamental
70	<i>Pogonopus speciosus</i>	<i>Rubiaceae</i>	nn	n.c
71	<i>Pradosia colombiana</i>	<i>Sapotaceae</i>	Mamón de leche	Alimento
72	<i>Protium heptaphyllum</i>	<i>Burseraceae</i>	Aruru	Medicinal y maderable
73	<i>Pseudobombax septenatum</i>	<i>Bombacaceae</i>	Majagua	Artesanal
74	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	<i>Fabaceae</i>	Sangregao	n.c
75	<i>Randia Aculeata</i>	<i>Rubiaceae</i>	Palo de cotorra	n.c
76	<i>Rondeletia sp</i>	<i>Rubiaceae</i>	nn	n.c
77	<i>Roseodendrom chryseum</i>	<i>Bignoniaceae</i>	nn	n.c
78	<i>Sapindus saponaria</i>	<i>Sapindaceae</i>	pepo, jaboncillo, siminuñe, jabo	Maderable, alimento, industria
79	<i>Sciadodendron excelsum</i>	<i>Araliaceae</i>	Jobo de lagarto	Medicinal y maderable
80	<i>Senegalia riparia</i>	<i>Fabaceae</i>	Acacia riparia, mulato	n.c
81	<i>Senegalia tamarindifolia</i>	<i>Mimosaceae</i>	nn	n.c
82	<i>Senna sp1</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
83	<i>Simira cordifolia</i>	<i>Rubiaceae</i>	Pijiño	n.c
84	<i>Sorocea sprucei</i>	<i>Moraceae</i>	Sorocea	n.c
85	<i>Spondias mombin</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Jobo	Alimento
86	<i>Sterculia apetala</i>	<i>Malvaceae</i>	Camajorú	Medicinal y maderable
87	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Flormorado	Maderable, artesanal, medicinal
88	<i>Tabebuia serratifolia</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Cacho de venado	n.c
89	<i>Tabernaemontana cymosa</i>	<i>Apocynaceae</i>	nn	n.c
90	<i>Tabernaemontana heterophylla</i>	<i>Apocynaceae</i>	nn	n.c

No.	Especie	Familia	Nombre común	Uso
91	<i>Tetragastris panamensis</i>	<i>Burseraceae</i>	nn	n.c
92	<i>Trichilia hirta</i>	<i>Meliaceae</i>	nn	n.c
93	<i>Triplaris americana</i>	<i>Polygonaceae</i>	Vara santa	Medicinal, maderable y ornamental
94	<i>Vitex cymosa</i>	<i>Lamiaceae</i>	Aceituno	Maderable
95	<i>Aphelandra daemona</i>	<i>Acanthaceae</i>	nn	Ornamental
96	<i>Justicia Filibracteosa</i>	<i>Acanthaceae</i>	nn	n.c
97	<i>Ruellia macrophylla</i>	<i>Acanthaceae</i>	nn	Ornamental
98	<i>Agave cocuy</i>	<i>Agavaceae</i>	Pajonal abierto	Ornamental y medicinal
99	<i>Cardiospermum sp</i>	<i>Anacardiaceae</i>	nn	n.c
100	<i>Mauria sp</i>	<i>Anacardiaceae</i>	nn	n.c
101	<i>Spondias lutea</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Ciruela criolla	Alimento
102	<i>Mangifera indica</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Mango	Alimento
103	<i>Annona muricata</i>	<i>Annonaceae</i>	Guanábana	Alimento
104	<i>Annona squamata</i>	<i>Annonaceae</i>	Anón	Maderable
105	<i>Calotropis procera</i>	<i>Apocynaceae</i>	Algodoncillo	Pionero
106	<i>Plumeria alba</i>	<i>Apocynaceae</i>	Azuceno	Ornamental
107	<i>Plumeria rubra</i>	<i>Apocynaceae</i>	nn	Ornamental
108	<i>Rauvolfia littoralis</i>	<i>Apocynaceae</i>	nn	Medicinal
109	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	<i>Apocynaceae</i>	nn	Medicinal
110	<i>Stemmadenia spp</i>	<i>Apocynaceae</i>	Cojón de perro	Medicinal
111	<i>Thevetia peruviana</i>	<i>Apocynaceae</i>	nn	Tóxico
112	<i>Anthurium crassinervium</i>	<i>Araceae</i>	Hoja de piedra	Medicinal
113	<i>Sabal mauritiaeformis</i>	<i>Arecaceae</i>	Palma amarga	Artesanal
114	<i>Aristolochia sp</i>	<i>Aristolochiaceae</i>	Contra gaviñana	Medicinal
115	<i>Callotropis procera</i>	<i>Asclepiadaceae</i>	Cojón de fraile, algodoncillo	n.c
116	<i>Barnadesia sp</i>	<i>Asteraceae</i>	nn	n.c
117	<i>Calea sp</i>	<i>Asteraceae</i>	nn	Medicinal
118	<i>Gnaphalium lanuginosum</i>	<i>Asteraceae</i>	Vira - Vira	Medicinal
119	<i>Arrabidaea corallina</i>	<i>Bignoniaceae</i>	nn	Ornamental
120	<i>Cydista diversifolia</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Bejuco de agua	n.c
121	<i>Crescentia cujete</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Totumo	Medicinal
122	<i>Macfadyena uncata</i>	<i>Bignoniaceae</i>	nn	n.c
123	<i>Tabebuia bilbergii</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Coralibe, Pui	Maderable
124	<i>Tabebuia chrysea</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Roble amarillo	Maderable
125	<i>Tabebuia serratifolia</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Vero, Polvillo	Maderable
126	<i>Tabebuia chrysantha</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Cañahuata	Maderable

No.	Especie	Familia	Nombre común	Uso
127	<i>Tabebuia rosea</i>	<b>Bignoniaceae</b>	Roble rosado	Maderable
128	<i>Bixa orellana</i>	<b>Bixaceae</b>	Achiote	Industrial , colorante
129	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	<b>Bombacaceae</b>	Macondo	n.c
130	<i>Cordia alba</i>	<b>Boraginaceae</b>	nn	Alimento aves
131	<i>Cordia dentata</i>	<b>Boraginaceae</b>	Jobito	Alimento aves
132	<i>Aechmea magdalanae</i>	<b>Bromeliaceae</b>	Piñuela	Alimento
133	<i>Anannas comosus</i>	<b>Bromeliaceae</b>	Piña	Alimento humano
134	<i>Bromelia pinguin</i>	<b>Bromeliaceae</b>	Maya	n.c
135	<i>Tillandsia flexuosa</i>	<b>Bromeliaceae</b>	nn	
136	<i>Bursera simaruba</i>	<b>Burseraceae</b>	Almacigo	Maderable
137	<i>Bursera graveolens</i>	<b>Burseraceae</b>	Trementina, Bijo	Medicinal
138	<i>Acanthocereus sp</i>	<b>Cactaceae</b>	Pitahaya	Alimento
139	<i>Melocatus amoenus</i>	<b>Cactaceae</b>	Pichebuey	Ornamental
140	<i>Melocatus curvispinus</i>	<b>Cactaceae</b>	Pichigüey	Ornamental
141	<i>Opuntia caracasana</i>	<b>Cactaceae</b>	Penca	Alimento
142	<i>Pilosocereus lanuginosus</i>	<b>Cactaceae</b>	Cardón	n.c
143	<i>Crataeva tapia</i>	<b>Capparidaceae</b>	Toco blanco	Alimento
144	<i>Carica sp</i>	<b>Caricaceae</b>	tapa hoyo	Alimento
145	<i>Carica papaya</i>	<b>Caricaceae</b>	Papaya	Alimento
146	<i>Parinari pachyphylla</i>	<b>Chrysobalanaceae</b>	Perehuetano	Alimento
147	<i>Licania sp</i>	<b>Chrysobalanaceae</b>	Ojito negro, sasao	Alimento
148	<i>Tradescantia sp</i>	<b>Commelinaceae</b>	Suelda consuelda	Medicinal
149	<i>Combretum sp</i>	<b>Combretaceae</b>	nn	n.c
150	<i>Evolvulus sp</i>	<b>Convolvulaceae</b>	nn	n.c
151	<i>Ipomoea carnea</i>	<b>Convolvulaceae</b>	Batatilla	n.c
152	<i>Pteridium aquilinum</i>	<b>Dennstaedtiaceae</b>	Helecho macho	Medicinal
153	<i>Curatella americana</i>	<b>Dilleniaceae</b>	Peralejo	Medicinal
154	<i>Erythroxylon spp</i>	<b>Erythroxylaceae</b>	Jayo cimarrón	Medicinal
155	<i>Mabea sp</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	nn	n.c
156	<i>Acalypha diversifolia</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	nn	n.c
157	<i>Croton sp</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	Escobo, hierbita de paraco	Control biológico
158	<i>Jatropha urens</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	Pringamoza	n.c
159	<i>Euphorbia tytimaloides</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	Hierba de sapo, pitamo real	Medicinal
160	<i>Euphorbia sp</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	nn	Medicinal
161	<i>Manihot sculenta</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	Yuca	Alimento
162	<i>Phyllanthus sp</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	nn	ictiotóxico
163	<i>Ricinus communis</i>	<b>Euphorbiaceae</b>	Higuerilla	Biocombustible

No.	Especie	Familia	Nombre común	Uso
164	<i>Bauhinia glabra</i>	<i>Fabaceae</i>	Bejuco escalera	Medicinal
165	<i>Cassia grandis</i>	<i>Fabaceae</i>	Cañafistula	Alimento
166	<i>Senna atomaria</i>	<i>Fabaceae</i>	Chivato, caranganito	n.c
167	<i>Caesalpinia mollis</i>	<i>Fabaceae</i>	Jaguaro	n.c
168	<i>Entada gigas</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	Artesanal
169	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Fabaceae</i>	Orejero	Alimento
170	<i>Mimosa arenaria</i>	<i>Fabaceae</i>	Espinito	n.c
171	<i>Pithecellbium fortex</i>	<i>Fabaceae</i>	Coriotico	n.c
172	<i>Pithecellbium sp</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
173	<i>Pithecellbium subglobosum</i>	<i>Fabaceae</i>	Corioto	n.c
174	<i>Prosopis juliflora</i>	<i>Fabaceae</i>	Trupillo	Alimento
175	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Fabaceae</i>	Aromo	Medicinal
176	<i>Acacia spp</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
177	<i>Acacia flexuosa</i>	<i>Fabaceae</i>	Espinito	n.c
178	<i>Acacia polyphylla</i>	<i>Fabaceae</i>	Espinito	n.c
179	<i>Desmanthus virgatus</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
180	<i>Inga panamensis</i>	<i>Fabaceae</i>	Guamo	Alimento fauna
181	<i>Inga spurea</i>	<i>Fabaceae</i>	Guamo	Alimento fauna
182	<i>Zapoteca sp</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
183	<i>Calliandra sp</i>	<i>Fabaceae</i>	Carbonero	n.c
184	<i>Samanea saman</i>	<i>Fabaceae</i>	Algarrobillo	Alimento
185	<i>Aeschynomene sp</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
186	<i>Desmodium cajanifolium</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	Forrajero
187	<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Fabaceae</i>	Alcornoque	Medicinal
188	<i>Centrosema sp</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
189	<i>Cracca sp</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
190	<i>Dioclea sericea</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	Forrajero
191	<i>Erythrina berteroana</i>	<i>Fabaceae</i>	Pionía	Artesanal
192	<i>Erythrina santamartensis cf.</i>	<i>Fabaceae</i>	Pionón	Artesanal
193	<i>Humboldtella arborea</i>	<i>Fabaceae</i>	Ramoncillo	n.c
194	<i>Indigofera mucronata</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
195	<i>Indigofera suffruticosa</i>	<i>Fabaceae</i>	Añil	Tintórea
196	<i>Machaerium arboreum</i>	<i>Fabaceae</i>	Corazón fino	n.c
197	<i>Machaerium capote</i>	<i>Fabaceae</i>	Baro blanco	Maderable
198	<i>Machaerium spinulosum</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
199	<i>Mucuna mutisiana</i>	<i>Fabaceae</i>	Ojo de buey	Ornamental

No.	Especie	Familia	Nombre común	Uso
200	<i>Myriospermum frutescens</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	n.c
201	<i>Phaseolus caracola</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	Forrajero
202	<i>Platypodium elegans</i>	<i>Fabaceae</i>	Costillo - baro blanco	Maderable
203	<i>Tephrosia caribaea</i>	<i>Fabaceae</i>	Barbasco de playa	Barbasco
204	<i>Pterocarpus spp</i>	<i>Fabaceae</i>	nn	Maderable
205	<i>Casseea spp</i>	<i>Flacourtiaceae</i>	nn	Alimento aves
206	<i>Xylosma spiculifera</i>	<i>Flacourtiaceae</i>	Brujo	Maderable
207	<i>Haliconia marginata</i>	<i>Heliconiaceae</i>	Platanillo	Ornamental
208	<i>Gyrocarpus americanus</i>	<i>Hernandiaceae</i>	Volador	n.c
209	<i>Hyptis sp</i>	<i>Labiatae</i>	nn	Medicinal
210	<i>Nectandra sp</i>	<i>Lauraceae</i>	nn	Maderable
211	<i>Persea americana</i>	<i>Lauraceae</i>	Aguacate	Alimento
212	<i>Laphoensia puniceifolia</i>	<i>Lythraceae</i>	Granadillo, guayacán	n.c
213	<i>Malpighia puniceifolia</i>	<i>Malpighiaceae</i>	Cerezo	Alimento aves
214	<i>Heteropteris spp</i>	<i>Malpighiaceae</i>	nn	n.c
215	<i>Clidemia sp</i>	<i>Melastomataceae</i>	nn	Alimento aves
216	<i>Miconia theaezans</i>	<i>Melastomataceae</i>	nn	Alimento aves
217	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Meliaceae</i>	Cedro cebollo	Maderable
218	<i>Trichilia sp</i>	<i>Meliaceae</i>	nn	Maderable
219	<i>Dorstenia contrajerba</i>	<i>Moraceae</i>	nn	n.c
220	<i>Ficus sp</i>	<i>Moraceae</i>	Higo	Alimento aves
221	<i>Ficus standleyanum</i>	<i>Moraceae</i>	nn	n.c
222	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	<i>Moraceae</i>	nn	Alimento aves
223	<i>Sorocea moriculata</i>	<i>Moraceae</i>	nn	Alimento aves
224	<i>Musa paradisiaca</i>	<i>Musaceae</i>	Plátano	Alimento
225	<i>Psidium guajaba</i>	<i>Myrtaceae</i>	Guayaba	Alimento
226	<i>Psidium sp</i>	<i>Myrtaceae</i>	Guayabo cimarrón	Alimento

## Bibliografía

Aguilar C, Smith A. 2008. Abejas visitantes de a *Spiliatenella* (kunth) s. f. blake (asteraceae): comportamiento de forrajeo y cargas polínicas. *Rev. Fac. Nac. Agron.* 61:4576–4587.

Aguilar C, Smith A. 2009. Abejas visitantes de *Mimosa pigra* L. (Mimosaceae): Comportamiento de pecoreo y cargas polínicas. *Acta Biológica Colomb.* 14:107–118.

Ahumada I. 2007. *Exaerete smaragdina* (Guérin-Meneville, 1845) (Hymenoptera: Apinae: Euglossini). *Dugesiana* 14:43–44.

Alves dos Santos I. 2009. Cleptoparasite bees, with emphasis on the oilbees hosts. *Acta Biológica Colomb.* 14:107–114.

Amat G, Andrade G. 2007. Libro rojo de los invertebrados terrestres de Colombia. Bogotá D.C.

Andrade G. 2011. Estado Del Conocimiento De La Interacción Ciencia-Política. *Rev. la Académica Colomb. Ciencias* 35:491–507.

Ayala R. 1992. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: meliponini). *Folia Entomológica Mex.* 106:1 – 123.

Banda K, Delgado A, Dexter G, Linares R, Oliveira A, Prado D, Pullan M, Quintana C, Riina R, Rodriguez G, et al. 2016. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science* (80-. ). 353:1383–1387.

Barbosa C, Ruíz C, García H, Gutiérrez T. 2008. Guía ilustrada de plantas destacadas del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Con descripciones y anotaciones sobre distribución, aspectos ecológicos y usos locales. Serie de guías tropicales de campo No. 8. Editorial . Mittermeier R, Rylands A, editors. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional.

Begoña A, Farré R, Asensio C, Pedrosa M. 2010. Papel de las leguminosas en la alimentación actual. *Act. dietética* 14:72–76.

Benavides C, Gurdian F, Padilla S. 2011. Estudio de floración de plantas melíferas para su aprovechamiento en la productividad apícola en las comarcas de Chacra Seca, Miramar, Cerro Negro y Cerro Ojo de agua del Municipio de León. Universidad de ciencias comerciales campues - León.

Berdugo ML, Rangel O. 2015. Composición florística del bosque tropical seco del santuario “Los Besotes” y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Cesar, Colombia). *Colomb. For.* 18:87–103.

Bonilla M. 1997. Uso de las abejas euglosinas para el monitoreo de la biodiversidad en

áreas de conservación. *Tacaya* 7:2–7.

Bonilla M. 2010. Iniciativa colombiana de polinizadores: Capítulo abejas. Bogotá, Colombia.

Bonilla M, Nates G. 1992. Abejas euglosinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. *Caldasia* 17:149–172.

Brosi B, Daily G, Shih T, Oviedo F, Durán G. 2008. The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside. *J. Appl. Ecol.* 45:773–783.

Buschini M, Wolff L. 2006. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith in southern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Brazilian J. Biol.* 66:1091–1101.

Cala F. 2015. Fotografías de abejas silvestres de bosque seco tropical en el Parque Regional Los Besotes. Colombia: Cala, F.

Canché C, Canto A. 2012. Una aventura en el néctar de las flores. CONABIO. *Biodiversitas* 103:12–16.

Cárdenas D, Salinas N. 2007. Libro Rojo de plantas de Colombia - Especies maderables amenazadas. Cárdenas D, Salinas N, editors. Bogotá D.C: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI.

Castañeda I. 2013. Paleoecología de Alta Resolución del Holoceno ( 11000 Años ), en el Páramo de Belmira , Antioquia ( Colombia ). Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

Chao A, Gotelli N, Hsieh T, Sander E, Ma K, Colwell R, Ellison A. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecol. Monogr.* 84:45–67.

Chao A, Jost L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology* 93:2533–2547.

Chao A, Jost L. 2015. Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods Ecol. Evol.* 6:873–882.

Chao A, Ma K, Hsieh T, Chiu C. 2015. Online program SpadeR ( Species - richness prediction and diversity estimation in R).

Colwell R. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published.

Colwell R, Coddington J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos. Trans. Biol. Sci.* 345:101–118.

Delfín H, Burgos D. 2000. Los Bráconidos (Hymenoptera: Braconidae) Como Grupo Parámetro De Biodiversidad En Las Selvas Deciduas Del Trópico: Una Discusión Acerca De Su Posible Uso. *Acta Zoológica Mex. (nueva Ser.)* 79:43–56.

Díez M. 2002. Biología reproductiva de las plantas de los bosques tropicales. Medellín, Colombia.

Earth G. 2015. Image 2015 © DigitalGlobe. [accessed 2015 Dec 20]. <http://earth.google.com>

Espino J, Baños Y, Cuevas E. 2012. Biología reproductiva y visitantes florales de dos especies de *Salvia* con síndrome de polinización por aves y abejas. *Cienc. Nicolaita* 55:52– 60.

Faegri K, Iversen J. 1975. *ext book of pollen analysis*. Hafner Pub. Co.

Fleming T, Geiselman C, Kress W. 2009. The evolution of bat pollination: A phylogenetic perspective. *Ann. Bot.* 104:1017–1043.

Fonnegra R. 2011. Introducción a la palinología y biología del grano de polen: conceptos teóricos básicos y métodos de estudios palinológicos. Medellín, Colombia: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Instituto de Biología y Universidad de Antioquia.

Forero E, Romero C. 2007. Estudios en leguminosas colombianas. Forero E, Romero C, editors. Bogotá D.C.

Frankie G, Vinson S, Newstrom L, Barthell J. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. *Biotropica*:301 – 310.

Gallego F, Guarín GDJ, Tabares ME, Giraldo JA, Quiroz JA. 2015. Lista de especies amenazadas depositadas en el MEFLG. *Boletín del Mus. entomológico, Fr. Luís Gall.*:21–30.

García J, Rivera O. 2009. Composición florística del bosque El Agüil (Aguachica, Cesar) con anotaciones sobre su estructura. In: Rangel O, editor. *Colombia diversidad biótica VIII. Media y baja montaña de la Serranía de Perijá*. Primera. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia, Corporación Autónoma Regional del Cesar y. p. 708.

García Y, Rangel O, Fernández D. 2011. Flora palinológica de la vegetación acuática, de pantano y de la llanura aluvial de los humedales de los departamentos de Córdoba y Cesar (Caribe Colombiano). *Caldasia* 33:573–618.

Garibaldi L, Morales C, Ashworth L, Chacoff N, Aizen M. 2012. Los polinizadores en la agricultura. *Cienc. hoy* 21:35–43.

Giraldo C, Rodríguez Á, Chamorro F, Obregón D, Montoya P, Ramírez N, Víctor S, Nates G. 2011. Guía ilustrada de polen y plantas nativas visitadas por abejas: Cundinamarca, Boyacá, Santander, Sucre, Atlántico y Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. 1st ed. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología L de I en A-L, editor. Bogotá D.C.

González V. 2014. Abejas del bosque seco tropical colombiano. In: *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. 1st ed. Bogotá D.C: Instituto Alexander von Humboldt. p. 349.

González V, Ascher J, Engel M. 2012. A new *Stelis* (*Dolichostelis*) from northern Colombia (Hymenoptera: Megachilidae): first records for South America and a synopsis of the bee fauna from the Caribbean region of Colombia. *J. Nat. Hist.* 46:2919–2934.

González V, Ospina M, Bennett D. 2005. Abejas altoandinas de Colombia. Guía de Campo. Bogotá, Colombia.

Gonzalez VH. 2014. Victor H. Gonzalez Abejas del bosque seco. :1–15.

Grimm E. 1987. A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum squares. *CONISS Comput. Geosci.* 13:13 – 35.

Hammer O, Harper D, Ryan P. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4:9.

Holdridge L, Mason F, Liang W. 1964. Life zone ecology. Costa Rica: Científico Tropical, San José.

IAvH. 1998. El Bosque Seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Programa Inventar. la biodiversidad, Grup. Explor. y Monit. Ambient. GEMA.:24.

IAvH. 2012. Especial bosque seco en Colombia No.1. *Biota Colomb.* 13:123.

IDEAM. 2015. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Predicción climática y alertas para planear y decidir.:9. [accessed 2016 May 3]. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/variabilidad-diaria-temperatura>.

Jost L. 2006. Entropy and diversidad. *Oikos* 113:363 – 375.

Kisser J. 1935. Bemerkungen zum Einschluss in Glycerin-Gelatine. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Mikroskopie*:51.

Leal A, Berrío JC, Raimúndez E, Bilbao B. 2011. A pollen atlas of premontane woody and herbaceous communities from the upland savannas of Guayana, Venezuela. *Palynology* 35:226–266.

Liévano A, Ospina R, Nates G. 1994. Contribución al conocimiento de la taxonomía del género *Bombus* en Colombia (Hymenoptera: Apidae). *TRIANEA, Acta Científica Tecnológica del INDERENA* 5:221 – 233.

López C, Sarmiento C, Espitia L, Barrero A, Consuegra C, Gallego C. 2016. 100 Plantas del Caribe colombiano. Usar para conservar: aprendiendo de los habitantes del bosque seco. Primera. Bogotá D.C. Colombia: Fondo Patrimonio Natural.

Machado IC, Lopes AV. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Ann. Bot.* 94:365–376.

Maldonado J, Moreno R. 2013. Servicios ecosistémicos y valoración de la biodiversidad. In: Sánchez J, Madriñán S, editors. *Biodiversidad, conservación y desarrollo*. Primera ed. Bogotá D.C: Universidad de los Andes; Ediciones Uniandes. p. 337–378.

- Medel R, Aizen M, Zamora R. 2014. Ecología y evolución de interacciones planta - animal. In: Wheelwright N, Nadkarni N, editors. Monteverde: ecología y conservación de un bosque nuboso tropical. Primera ed. New York: Oxford University Press. p. 401.
- Meléndez V, Ayala R, Delfin H. 2014. Abejas como bioindicadores de perturbaciones en los ecosistemas y el ambiente. In: César G, Vallarino A, Pérez JC, Low A, editors. Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro. Primera. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). p. 25.
- Michener C. 2007. The bees of the world. Second. Estados Unidos.
- Michener C, McGinley R, Danforth B. 1994. The bee genera of North and Central America. 1st ed. Washington: Smithsonian Institution.
- Miles L, Newton AC, DeFries RS, Ravilious C, May I, Blyth S, Kapos V, Gordon JE. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *J. Biogeogr.* 33:491–505.
- Montoya P, León D, Nates G. 2014. Catálogo de polen en mieles de *Apis mellifera* provenientes de zonas cafeteras en la Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Rev. académica ciencias exactas, Fis. y Nat.* 38:364 – 384.
- Monzón VH. 2011. Utilización de abejas nativas (Hymenoptera; Apoidea) como polinizadores de frutales. Chile.
- Mooney H, Cropper A, Capistrano D, Carpenter S, Chopra K, Dasgupta P, Leemans R, May R, Pingali P, Hassan R, et al. 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington, DC: Island Press.
- Murcia C. 2002. Ecología de la polinización. In: Guariguata M, Kattan G, editors. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Primera. Costa Rica: Libro Universitario Regional. p. 493–530.
- Murgas A. 2014. Monitoreo de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en el Parque Nacional Darién, República de Panamá. *Rev. científica CENTROS. Univ. Panamá.* 3:121–142.
- Nates G. 1995. Las abejas sin aguijón del género *Melipona* (Hymenoptera: Meliponinae) en Colombia. *Boletín Mus. Entomológico Univ. del Val.* 3:21–33.
- Nates G. 2001. Las Abejas sin Aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia. *Biota Colomb.* 2:233–248.
- Nates G. 2005. Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integr. Plagas y Agroecol.* 75:7–20.
- Nates G. 2006a. Abejas corbiculadas de Colombia. Hymenoptera: Apidae. 1st ed. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Nates G. 2006b. Boletín divulgativo para investigadores en abejas, Avispas, Hormigas y Termitas. 14:1–13.

Nates G, González V. 2000. Las abejas silvestres de Colombia: por qué y cómo conservarlas. *Acta Biológica Colomb.* 5:33.

Ortiz F, Coello P, Baena M. 2011. Datos sobre apoideos solitarios y sus parásitos en un talud arenoso de Cádiz ( sur de España ) ( Hymenoptera: Anthophoridae , Crabronidae , Mutillidae; Coleoptera: Meloidae ). 48:1993–1994.

Palacios E. 2004. Estructura de la comunidad de abejas sin aguijón en tres unidades de paisaje del piedemonte llanero Colombiano (Meta, Colombia). Pontificia Universidad Javeriana.

Pantoja A, Smith A, García A, Sáenz A, Rojas F. 2014. Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe. Primera Ed. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Pizano C, Cabrera M, García H. 2014. Bosque seco tropical en Colombia: generalidades y contexto. In: *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. 1st ed. Bogotá D.C: Instituto Alexander von Humboldt. p. 37–47.

Pizano C, González R, González M, Castro F, López R, Rodríguez N, Idárraga Á, Castaño A, Devia W, Rojas A, et al. 2014. Las plantas de los Bosques Secos Tropicales de Colombia. In: *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Primera. Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). p. 350.

Potts S, Petanidou T, Roberts S, O'Toole C, Hulbert A, Willmer P. 2006. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biol. Conserv.* 129:519–529.

Ramírez L, Alanís G, Ayala R, Quiroz H. 2012. Las abejas del género *Agapostemon* ( Hymenoptera : Halictidae ) del estado de Nuevo León , México. *Rev. Mex. Biodiversidad.* 83:63–72.

Ramírez S, Dressler R, Ospina M. 2002. Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies con notas sobre su biología. *Biota Colomb.* 3:7–118.

Rangel O. 2011. Biodiversidad del Caribe colombiano. *Colombia Diversidad Biótica. Publicación Especial No. 3. Resúmenes: Simposio Internacional sobre la Biodiversidad del Caribe Colombiano*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia, Corporación Autónoma Regional del Cesar.

Rangel O, Cortés D, Carvajal J. 2012. La biodiversidad de municipios del caribe colombiano. Primera. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Rasmussen C. 2003. Clave de identificación para las especies peruanas de *Bombus*

Latreille, 1809 (Hymenoptera, Apidae), con notas sobre su biología y distribución. *Rev. Peru. Entomol.* 43:31 – 45.

Restrepo C. 2003. Catálogo de polen para el bosque seco tropical Sensus Holdridge, de la jurisdicción de Corantioquia (segunda parte). Programa biodiversidad para el desarrollo. Proyecto manejo y conservación de flora. Medellín, Colombia.

Reyes E, Meléndez V, Delfín H, Ayala R. 2009. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. *Trop. Subtrop. Agroecosystems* 1:117–122.

Rodríguez S, Almeida MC. 2010. Comunidad de abejas ( Apoidea , Anthophila ) atraídas por fragancias en un bosque seco tropical de los llanos centrales del Estado Guárico ( Venezuela ) Community of wildbees ( Apoidea , Anthophila ) attracted by fragrances in a dry tropical forest of Lla. *Acta Biológica Paraná* 39:97–107.

Rodríguez S, Manrique A, Velásquez M. 2008. Diversidad de la comunidad de abejas sin aguijón ( Hymenoptera: Apidae: Meliponina ) en bosque seco tropical en Venezuela. *Zootec. Trop.* 26:523–530.

Rodríguez S, Velásquez M. 2011. Lugares de actividad de las abejas (Hymenoptera: Apoidea) presentes en bosque seco tropical del estado Guárico, Venezuela. *Zootec. Trop.* 29:421–433.

Roubik D. 1989. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Roubik D, Hanson P. 2004. *Abejas de orquídeas de la América tropical: Biología y guía de campo*. 1st ed. Editorial INBio.

Roubik D, Moreno E. 1991. *Pollen and spores of Barro Colorado Island*.

Roubik D, Moreno J, Vergara C, Wittmann D. 1986. Sporadic food competition with the African honey bee: Projected impact on neotropical social bees. *J. Trop. Ecol.* 2:97–111.

Saavedra K, Rojas C, Delgado G. 2013. Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque – Perú ). *Rev. Chil. Nutr.* 40:8.

Santos A, Marchini LC, Alfredo C, Carvalho L De, Dias D, Araújo D, Silveira T. 2015. Pollen spectrum of stingless bees honey ( Hymenoptera : Apidae ), Paraná State , Brazil. *J. Entomol. Zool. Stud.* 3:290–296.

Da Silva CI, Aleixo KP, Silva B, Freitas BM, Fonseca V era L. 2014. *Guia ilustrado de abelhas polinizadoras no Brasil*. 1st ed. Sao Paulo, Brazil.

Silva G, Arcos A, Gómez JA. 2006. *Guía Ambiental Apícola*. Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Silveira F, Melo G, Almeida E. 2002. ). *Abelhas brasileiras: sistemática e identificação*. 1st ed. Brasil.

- Smith A. 1999. Abejas (Hymenoptera:Apoidea) de la zona de influencia del Embalse Porce II (Antioquia, Colombia). Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Smith A. 2003. A preliminary account of the bees of Colombia (Hymenoptera : Apoidea): Present knowledge and future directions. J. Kansas Entomol. Soc. 76:335–341.
- Smith A, Gonzalez V. 2007. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. Acta Biológica Colomb. 12:43–55.
- Smith A, Vélez RI. 2008. Abejas de Antioquia - Guía de campo. Grupo Ecol. Medellín, Colombia.
- Thorp W. 2000. The collection of pollen by bees. Plant Syst. Evol. 222:211–223.
- Vargas W, Ramírez W. 2014. Lineamientos generales para la restauración del bosque seco tropical en Colombia. In: El bosque seco tropical en Colombia. Primera. Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). p. 350.
- Velásquez C. 2005. Paleoecología de alta resolución del Holoceno tardío en el Páramo de Frontino Antioquia. Universidad Nacional de Colombia.
- Vélez E. 2012. Revisión del género *Centris* Fabricius , 1804 ( Hymenoptera: Apidae: Centridini ) en Colombia. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.
- Vélez R. 2009. Una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Vidal L, Ruíz JP. 2014. Quinto informe nacional de la biodiversidad de Colombia ante el convenio de diversidad biológica. Bogotá D.C.
- Viejo J, Ormosa C. 1997. Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica. Boletín la Soc. Entomológica Aragon. 2:71–74.
- Villarreal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M, Umaña A. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.