

**COMUNIDAD DE ABEJAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) ASOCIADA A DOS
RELICTOS DE BOSQUE SECO EN LAS VEREDAS LA CARBONERA Y LA
PLAYA DE SAN JORGE, MUNICIPIO DE BOLÍVAR, CAUCA, COLOMBIA.**



EDUARDO FABIAN LEDEZMA MENESES

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2015**

**COMUNIDAD DE ABEJAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) ASOCIADA A DOS
RELICTOS DE BOSQUE SECO EN LAS VEREDAS LA CARBONERA Y LA
PLAYA DE SAN JORGE, MUNICIPIO DE BOLÍVAR, CAUCA, COLOMBIA.**

EDUARDO FABIAN LEDEZMA MENESES

**REQUISITO PARA OBTAR AL TITULO DE
BIÓLOGO**

**DIRECTORA:
GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ
DOSENTE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2015**


NOTA DE ACEPTACIÓN

Directora: _____

Giselle Zambrano González

Jurado: _____

Carmenza Liliana López

Jurado: 

Diana Catalina Fernández

Fecha de sustentación: 30 de julio del 2015.

AGRADECIMIENTOS

A la vida por permitirme culminar una meta más, a mi madre por el ejemplo que me ha dado y el apoyo incondicional que he tenido de su parte para cumplir mis metas, a Lorena y nuestro hijo Martín, quiénes son una inspiración para salir adelante, a mi padre por enseñarme que en la vida uno tiene que saber de todo un poco para enfrentar los diferentes obstáculos, a mis hermanos, tíos y la familia que siempre están en los momentos oportunos.

A Katherin, Lucho, Jorge, Joy, Omar, Miller, Melissa, por ser los amigos incondicionales y a todos mis compañeros por compartir tantos momentos gratos en nuestra etapa universitaria, A mi directora Giselle Zambrano por compartir sus conocimientos y contagiarme con el mundo de la entomología. A los profesores Hilldier, Leonidas, German y en general todos los que hicieron parte mi formación académica. A la Universidad del Cauca por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

RESUMEN

Las abejas son los principales polinizadores en diversos ecosistemas y de los cuales hay pocos registros sobre composición y abundancia de especies en ecosistemas secos. Con el ánimo de contribuir al conocimiento de la comunidad de abejas de bosque seco, dos relictos de éste ecosistema se muestrearon en las veredas La Carbonera y La Playa en el municipio de Bolívar. Los muestreos se realizaron en el borde y centro de cada relicto usando tres métodos de captura (Trampa Malaise, trampa McPhail, y red entomológica). Se colectaron 188 individuos representantes de las familias Apidae, Halictidae y Colletidae. Estos pertenecen a 5 subfamilias, 9 tribus, 14 géneros y 21 especies. El género con mayor número de especies fue *Eulaema* Lepeletier, y los más abundantes *Augochlora* sp. Smith, *Diadasia* sp Patton, *Tetragonisca angustula* Latreille, *Exaerete smaragdina* Guérin, *Scaptotrigona* sp. Moure. Las familias Halictidae, Colletidae estuvieron representadas con 1 y 2 especies respectivamente. Los centros de los relictos fueron los más diversos. La Carbonera fue el bosque más diverso con un índice $H' = 0.86$. Los resultados de éste trabajo aportan al conocimiento de la apifauna, del ecosistema de bosque seco en el municipio de Bolívar, que ha sido poco estudiado a pesar de su cercanía al bosque seco del valle del río Patía, el cual en los últimos tiempos ha sido de interés para fundaciones y organizaciones que buscan la protección y la conservación de los ecosistemas secos tropicales como el Instituto Alexander von Humboldt que implementó parcelas permanentes para estudios ecológicos a largo plazo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	9
3. MARCO TEORICO	10
3.1 LAS ABEJAS	10
3.2 ABEJAS COMO POLINIZADORES	11
3.3 ABEJAS SILVESTRES EN COLOMBIA	12
3.4 ESTUDIOS DE ABEJAS EN COLOMBIA	13
4. METODOLOGIA	16
4.1 ÁREA DE ESTUDIO	16
4.2 DISEÑO DE CAMPO	20
4.3 ANALISIS DE RESULTADOS	24
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1 COMPOSICION DE ABEJAS	26
5.2 REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO	37
6. CONCLUSIONES	47
7. RECOMENDACIONES	49
8. BIBLIOGRAFÍA	50

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del Municipio de Bolívar Cauca.	17
Figura 2. Ubicación de los relictos de bosque seco en las veredas La Carbonera y La Playa del Río San Jorge del municipio de Bolívar.	18
Figura 3. Polígonos formados por los relictos de bosque de La Carbonera y La Playa del Río San Jorge.	19
Figura 4. Zona de muestreo La Carbonera, A) Interior del relicto, B) Panorámica del bosque. Zona de muestreo La Playa, C) interior del relicto, D) Panorámica del bosque).	20
Figura 5. Diagrama de diseño de campo.	21
Figura 6. Trampa Malaise utilizada en el muestreo de abejas de bosque seco tropical.	22
Figura 7. Trampa de olor (McPhail) utilizada en la captura de abejas de bosque seco tropical.	22
Figura 8. Colecta manual con red entomológica.	23
Figura 9. Número de especies por familia de abejas en las dos zonas de muestreo.	28
Figura 10. Especies comunes en los dos relictos de bosque.	30
Figura 11. Especies exclusivas del bosque de La carbonera.	31
Figura 12. Número de especies de los géneros presentes en relicto de bosque La Carbonera.	33
Figura 13. Especies exclusivas del bosque de La Playa.	33
Figura 14. Número de especies de los géneros presentes en relicto de bosque La Playa.	35
Figura 15. Curva de acumulación de especies colectadas en el borde del bosque de La Carbonera.	38
Figura 16. Curva de acumulación de especies colectadas en el centro del bosque de La Carbonera.	39

Figura 17. Curva de acumulación de especies colectadas en el borde del bosque de La Playa.	39
Figura 18. Curva de acumulación de especies colectadas en el centro del bosque de La Playa.	40
Figura 19. Curva de acumulación del total de especies colectadas en el bosque de La Carbonera.	41
Figura 20. Curva de acumulación del total de especies colectadas en el bosque de La Playa.	42
Figura 21. Análisis de similitud Bray Curtis para las zonas muestreadas en el Busque Seco.	45

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Ubicación taxonómica de la superfamilia Apoidea, modificada de (Michener 2007).	10
Tabla 2. Riqueza taxonómica de las abejas colectadas en el trabajo de campo.	26
Tabla 3. Listado de especies por familia colectadas en las áreas de estudio.	27
Tabla 4. Listado de especies capturadas en el borde e interior de bosque de La Carbonera.	31
Tabla 5. Listado de especies encontradas en el borde e interior del bosque del La Playa.	34
Tabla 6. Representatividad de las especies colectadas en las zonas de muestreo.	38
Tabla 7. Índices de diversidad (Shannon-Wiener) y dominancia (Simpson) de las especies colectadas en las zonas de muestreo.	43
Tabla 8. Abundancia de las abejas colectadas en el bosque seco de Bolívar Cauca.	46

1. INTRODUCCIÓN

En el planeta, las abejas ofrecen directa o indirectamente una serie de beneficios entre los cuales pueden mencionarse la polinización, alimentación, conservación de especies vegetales, producción de materia prima para medicinas y cosmetología, entre otras. Sin embargo, junto con muchos otros grupos de insectos no revisten importancia al momento de establecer prioridades en la investigación y en programas de conservación. Colombia es un claro ejemplo, en el país aún no se conoce la totalidad de las especies presentes en el territorio nacional.

Las abejas silvestres son importantes en el mantenimiento de la biodiversidad, puesto que son las responsables de realizar la polinización de gran cantidad de plantas, contribuyendo a la regeneración y continuidad de los bosques nativos, así como al sustento de la seguridad alimentaria de las poblaciones humanas (Roubik, 1995). Una investigación realizada por Garibaldi *et al*, (2013), resalta la efectividad de la combinación de polinizadores silvestres con abejas de producción para los cultivos (*Apis mellifera*, Linnaeus), donde se demostró que sólo el 14% de los cultivos polinizados con abejas melíferas tiene un incremento en la producción, y en la polinización con insectos silvestres, benefició al 100% de los cultivos, asegurando que la polinización brindada por insectos silvestres no puede ser reemplazada agregando colmenas de abejas melíferas a los campos. El investigador alerta sobre la pérdida permanente de los insectos salvajes en muchos paisajes, algo que, de continuar, derivará en consecuencias negativas para los ecosistemas y la producción agrícola.

En el más reciente catálogo de abejas presentado por Moure (2007), se presentan 5000 nombres validos de especies y estima una cantidad de 15.150 especies de abejas en el neotrópico, que con sus visitas constantes a las flores se convierten en polinizadores de tiempo completo, a diferencia de otros animales que lo hacen ocasionalmente. Para Colombia, los datos más recientes registran cerca de 604

especies pertenecientes a cinco de las siete familias existentes a nivel mundial (Vélez-Ruiz, 2009). No existe un número de especies de abejas inventariadas que se aproxime al real, aunque se sospecha una alta riqueza comparable a la de México o Costa Rica, esto es alrededor de 1.000 especies (Nates-Parra y González, 2000). En los bosques secos del sur de Colombia existen pocos estudios acerca de la composición de las comunidades de abejas, por lo que no se conoce en su totalidad las especies responsables de polinizar la flora del bosque seco en el suroccidente colombiano. Los trabajos existentes se han centrado en los bosques secos del norte del país, de ahí la importancia de realizar estudios que contengan no sólo revisiones de literatura, sino que incluyan también listados y claves taxonómicas para identificar las especies presentes en Colombia.

La fauna de abejas en Colombia todavía está en las primeras etapas de exploración, la evidencia de esto es que se ha encontrado un gran número de especies nuevas en los últimos años; (Engel, 1997, 2009, 2010; González, 2004; González y Engel, 2004, 2011, 2012; Camargo y Roubik, 2005; González y Ruz, 2007; Smith-Pardo y González, 2007b, 2009; Engel y González, 2009; González *et al*, 2010, 2012a, b; González y Flórez, 2011; González y Griswold, 2011, 2012). Estos hallazgos han contribuido al conocimiento de la diversidad local, y a la biogeografía de las abejas neotropicales. En los bosques de la región Caribe 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 *et al*, 2012a). En la distribución de los antofilos en los bosques secos del país, hay especies que se han encontrado en varias regiones de Colombia, mientras que otras al parecer están restringidas a áreas en particular como; *Melipona favosa* Fabricius, *Frieseomelittapauper* Provancher, y *Anthidium sanguinicaudum* Schwarz, se encuentran ampliamente distribuidas en los bosques secos de los valles interandinos de los ríos Magdalena y el Cauca, y en la región Caribe colombiana y venezolana (González *et al*, 2012a, González y Griswold, 2013). Al contrario, hay especies como *Paratrigonoides mayri* Camargo y Roubik, que se encuentran en los bosques de la cuenca superior del río Cauca y en la

región Caribe. Así mismo, otras especies parecen estar restringidas a los bosques secos de algunas pocas regiones del país, como las abejas sin aguijón *Geotrigona arroyoi* y *Melipona ambigua* (Camargo y Roubik, 2005), las cuales se conocen hasta el momento de la región Caribe. Es posible que se presenten estos endemismos por lo poco que se sabe sobre biogeografía de la melitofauna de los bosques secos colombianos.

En los bosques secos tropicales la oferta de alimento es variada, lo que ha permitido el desarrollo de especialistas como herbívoros, omnívoros, carnívoros y nectívoros (Rodríguez-Parilli, 2011). En insectos tropicales, en especial aquellos que dependen de las plantas para sobrevivir como las abejas, la variedad de especies vegetales es una de las variables influyentes en la diversidad, distribución, y abundancia de sus poblaciones. Las abejas normalmente buscan materiales provenientes de las plantas, colectan gomas, resinas, jugo de frutas, semillas, hojas, tricomas, fragancias, polen, néctar, aceite, esporas, madera en descomposición, corteza, sustancias azucaradas (Rodríguez-Parilli, 2011), en el proceso de acarreo de los recursos, las abejas benefician a las plantas con transferencia de material genético por medio de la polinización, vital para la conservación de los ecosistemas tropicales.

El bosque seco tropical es considerado uno de los más amenazados de Colombia, sin embargo es también uno de los menos estudiados. Es muy poco lo que se conoce sobre este bosque y no se cuenta con datos biológicos, ecológicos y sociales sólidos que permitan diseñar herramientas que aseguren la gestión integral del ecosistema, dado que el estado es crítico donde se ha perdido más del 90% de los bosques. (Pizano y García, 2014). Es necesario recopilar información sobre la biología y ecología, la cual es limitada a pesar de ser fundamental para asegurar la conservación de los bosques secos del país. En la búsqueda de alternativas para la conservación y manejo de la biodiversidad, es preciso evaluar la comunidad de abejas presentes en el ecosistema. El desarrollo del trabajo contribuyó al conocimiento de la diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea)

presentes en el bosque seco, como aporte al escaso estudio de la apifauna del sur occidente colombiano y potencial fuente de información para la restauración de ecosistemas estratégicos.

En este orden de ideas se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las abejas presentes en dos relictos de bosque seco en el municipio de Bolívar Cauca en las veredas La Carbonera y La Playa de San Jorge?

2. OBJETIVOS

GENERAL

Caracterizar la comunidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) presente en dos relictos de bosque seco en las veredas La Carbonera y La Playa de San Jorge en el municipio de Bolívar, Cauca, Colombia.

ESPECIFICOS

Determinar la composición de las comunidades de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en dos áreas de bosque seco en el municipio de Bolívar, Cauca.

Comparar la composición de las comunidades de abejas (Hymenoptera: Apoidea) del borde e interior de dos relictos de bosque seco ubicados en las veredas La Carbonera y La Playa de San Jorge en el municipio de Bolívar, Cauca.

3. MARCO TEORICO

3.1 LAS ABEJAS

Las abejas pertenecen al orden Hymenoptera, superfamilia Apoidea (Tabla 1), son diversas y abundantes, cumplen un papel ecológico y económico importante como polinizadores, algunas elaboran y almacenan miel que utilizan como alimento (Michener, 2007).

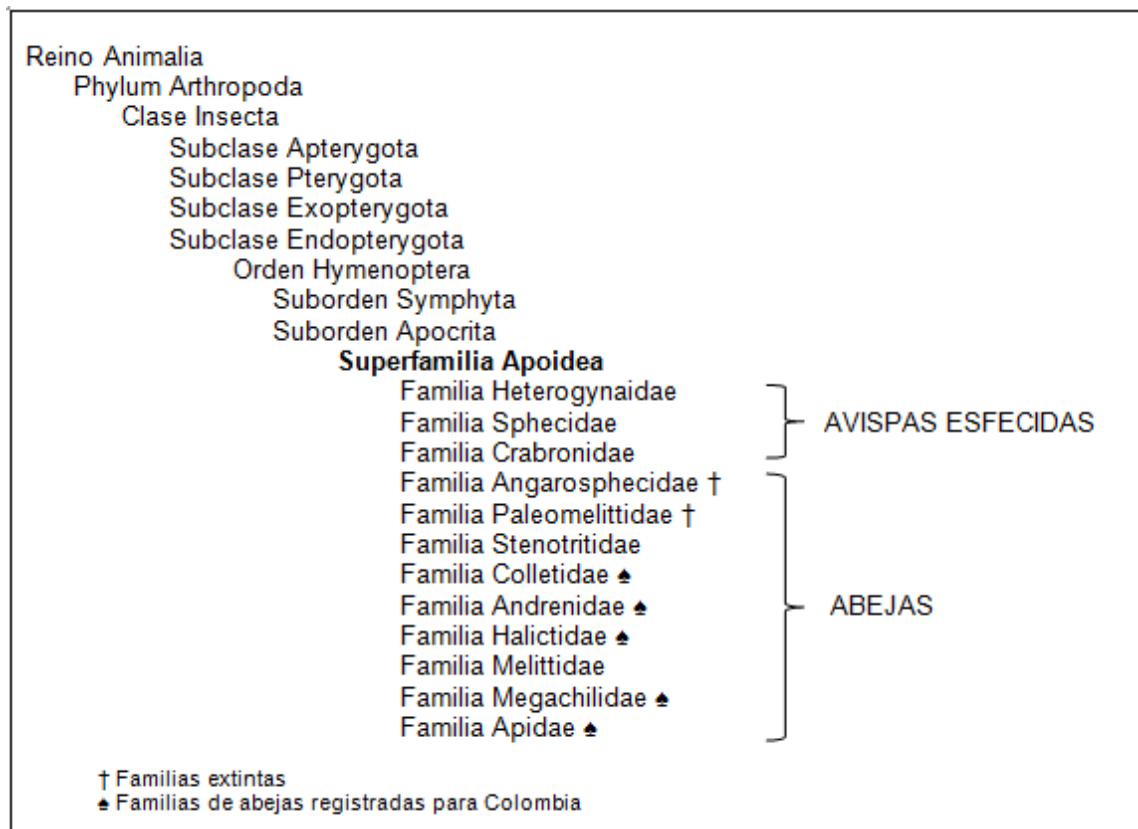


Tabla 1. Ubicación taxonómica de la superfamilia Apoidea (basada y modificada de Michener, 2007).

En la obra sobre las abejas del mundo, Michener (2007), describe ampliamente el estado actual de los Apoideos a nivel mundial, y estima la existencia de más de 20000 especies incluidas en 425 géneros y siete familias. Para el neotrópico, cerca de 5000 especies de abejas (Moure *et al*, 2007), se agrupan en las familias, Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae y Apidae. Según Michener

(2007), la mayor diversidad de abejas del mundo se encuentra en las áreas semidesérticas extratropicales cálidas, con el mayor número de especies registradas en los desiertos cálidos y en rastrojos de California y Arizona. Sin embargo, aún se carece de un buen conocimiento de la apifauna en muchos puntos del trópico, como en varias regiones de Colombia. Uno de los sitios más interesantes en términos de fauna de abejas es el bosque seco tropical porque posee una mayor disparidad taxonómica y con nexos biogeográficos llamativos (Michener, 2007).

Griswold *et al*, (1995), presentan la siguiente diagnosis de las abejas en general: longitud corporal entre 1.5 - 46 mm.; el color puede ser negro, café, rojizo, amarillo, submetálico o metálico brillante; pubescencia desde casi ausente hasta muy larga y densa; dimorfismo sexual, machos con 13 segmentos antenales y hembras con 12; aparato bucal con lengua frecuentemente larga; tórax : primera parte (pronoto) corto, con un lóbulo anterolateral que se extiende posteriormente y alcanza casi la base del primer par de alas; patas: basitarso posterior más aplanado y ancho que los otros cinco segmentos (especialmente en hembras); alas: anteriores y posteriores con venas y celdas definidas salvo para algunos géneros; metasoma: hembras con seis tergitos expuestos, machos con siete.

3.2 ABEJAS COMO POLINIZADORES

Las abejas colectan resinas de los árboles para la construcción de sus nidos, algunas quedaron atrapadas y se fosilizaron en el ámbar, lo que evidencia su estrecha relación con las plantas desde hace aproximadamente unos 100 m.a. (Alexander y Michener, 1995; Michener, 2007). Relación que ha estimulado estudios de polinización por abejas, que muestran el importante papel que cumplen en la reproducción de las plantas con flores, y como en muchos casos, la conservación de algunos hábitats depende de la preservación de las abejas (Michener, 2007), debido a que constituyen el grupo más diverso de visitantes florales.

En el Neotrópico, las abejas son el principal grupo de polinizadores (Rodríguez-Parilli, 2011), que cumplen el papel vital en la dispersión de los granos de polen; la abeja melífera y las 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, alimento y en el tratamiento de múltiples enfermedades. Aunque los productos traen beneficios al hombre, su valor es insignificante cuando se compara con la importancia de las abejas como polinizadoras (Michener, 2007).

3.3 ABEJAS SILVESTRES EN COLOMBIA

En Colombia hay cinco familias de abejas de las 7 que hay a nivel mundial:

COLLETIDAE: abejas solitarias, nidifican en el piso, madera, tallos de plantas. Recubren celdas con una secreción de la glándula de Duffour, que en contacto con el aire toma la apariencia de una bolsa de celofán, impermeable al agua y a microorganismos. Gran parte de sus especies se encuentran en el hemisferio Sur, especialmente en Australia (Michener, 2007).

ANDRENIDAE: solitarias. Habitan los bosques húmedos de las tierras bajas y bosques andinos, en todos los continentes excepto Australia. Nidifican en el piso, son oligolécticas, (colecta de polen a determinadas plantas) (Nates-Parra y González, 2000).

HALICTIDAE: pueden ser solitarias, parasociales o primitivamente eusociales (Michener, 2007). Grupo abundante y distribuido en todo el mundo. Llamadas “abejas del sudor” porque se les ve lamiendo la piel. Nidifican en el suelo y troncos. Presentan coloración metálica, verde, azul, roja o amarilla, y otras oscuras de aspecto vespoideo (Nates-Parra y González, 2000).

MEGACHILIDAE: solitarias, algunas especies comunales o tal vez eusociales. Es una familia extensa que habita todos los continentes. Transportan el polen en la escopa gasteral, hacen nidos con pedazos de hojas, resinas, ceras y otros materiales removidos de las plantas (Michener, 2007).

APIDAE: después de la propuesta de Roig Alsina y Michener en el año de 1993, son una familia grande y diversa que agrupa las subfamilias Nomadinae, Xylocopinae y Apinae (Nates-Parra y González, 2000). Unas especies parasitan nidos de otras abejas, como formas eusociales o comunales; hay abejas completamente solitarias. Nidifican en suelo, troncos, paredes, etc. Las abejas verdaderamente sociales (eusociales) se suelen reunir en un grupo taxonómicamente informal y sus sociedades están constituidas por una reina, miles de obreras y unos cuantos machos (Nates-Parra y González, 2000).

3.4 ESTUDIOS DE ABEJAS EN COLOMBIA

La fauna Apoidea del país ha permanecido desconocida, debido a la ausencia de trabajos sistemáticos de investigación. Se cuenta con trabajos específicos, que han contribuido al conocimiento de las abejas, así como sus relaciones con la vegetación. La mayoría de los trabajos sobre abejas de Colombia corresponden a listados (Vélez-Ruiz, 2009).

Nates-Parra y Fernández en el año de 1992, presentaron claves para identificar familias, subfamilias y tribus de abejas (Vélez-Ruiz, 2009). González *et al*, 2005, publicaron una guía ilustrada con claves taxonómicas y datos sobre abejas altoandinas, mientras que Smith-Pardo y Vélez-Ruiz (2008), publicaron una guía ilustrada para los géneros de abejas silvestres del departamento de Antioquia. González y Engel (2004), publicaron un listado de abejas de los Andes Colombianos, donde consideran información sobre su biogeografía.

El laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN) de la Universidad Nacional de Colombia, ha realizado numerosos estudios sobre la taxonomía de abejas sin

aguijón, en los que incluyeron datos de distribución y algunos listados e investigaciones del comportamiento defensivo de algunos meliponinos (Vélez-Ruiz, 2009). Palacios (2004), estudió una comunidad de abejas sin aguijón en el piedemonte llanero.

Otros trabajos son los realizados por González (2008), sobre la distribución geográfica de *Oxytrigona* Cockerell, en Colombia; González y Sepúlveda (2007), registraron una nueva especie de *Geotrigona* Moure. González y Vélez (2007) revisaron el género *Paratrigona* Schwarz, y reportan una nueva especie para el país y Hernández *et al*, (2007) realizaron un análisis morfométrico de las abejas del grupo *Trigona fulviventris*. González y Roubik (2008), describieron una especie nueva del mismo género y proponen una hipótesis de la filogenia de las abejas de fuego.

Otro grupo ampliamente estudiado en el país son las abejas de las orquídeas (Apidae: Apinae: Euglossini). Con respecto al grupo, Bonilla-Gómez y Nates-Parra (1992), hicieron una revisión taxonómica con claves ilustradas. Ramírez *et al*, (2002), presentaron un listado que incluye información sobre la biología de *Euglossa* en el Neotrópico; Ramírez (2005), describe dos especies nuevas. Otero (1996), caracterizó los nidos de *Euglossa nigropilosa*. Ospina-Torres y Sandino (1997), reportaron una nueva especie de *Eulaema* de Chocó. Riveros *et al*, (2006) estudiaron el robo de néctar.

Aunque Halictidae es la segunda familia más numerosa de abejas, existen pocas publicaciones sobre el grupo en Colombia. Nates-Parra (1995), resumió la información sobre Augochlorini; González *et al*, (2006), presento dos nuevas especies andinas de *Neocorynura* (Halictidae: Halictinae: Augochlorini). Michener (1977), muestra datos sobre el nido de *Neocorynura pubescens* y reporta nuevas especies de halíctidos en Colombia.

Las abejas carpinteras (Xylocopini), también han sido estudiadas en Colombia, se ha realizado un trabajo taxonómico en el cual se presentan claves para la identificación de las abejas del género *Xylocopa* y aportes al conocimiento de nidificación de las abejas del mismo género (Vélez-Ruiz, 2009).

Grupos menos estudiados, pero sobre los que se tiene alguna información específica son: *Lophothygater* (Apidae, Eucerini) y *Tapinotaspoides* (Apidae, Tapinotaspidini) reportados por González y Ospina (2006). González *et al*, (2007), estudiaron los hábitos de nidificación y parasitismo en celdas de cría de *Ancyloscelis*, *Centris* y *Euglossa*. Smith-Pardo y González (2007b), reportaron una nueva especie de *Chilicola* (Hylaeosoma) y presentan una clave para la identificación de las especies.

Para el departamento del Cauca los estudios de investigación sobre abejas silvestres son escasos. Fernández y Zambrano (2011), publicaron un artículo titulado Abejas silvestres como estrategia de monitoreo de restauración ecológica en tres veredas del corregimiento La Gallera (Tambo, Cauca), zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique (P.N.N.M.). Zambrano *et al*, (2013), hacen un breve comunicado en la el Journal of Melittology llamado Abejas que visitan las calabazas (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret) en el sur este de Colombia. Actualmente, el grupo de investigación en Geología, Ecología y Conservación (GECO), estudia las abejas silvestres en el departamento del Cauca.

4. METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Bolívar se encuentra ubicado sobre el costado occidental de la Cordillera Central, sur del departamento del Cauca, posee una extensión de 755 Km². Limita al norte con los municipios de Patía y Sucre, al sur con los municipios de Santa Rosa y el departamento de Nariño con los municipios de San Pablo y La Cruz, al oriente con los municipios de Almaguer y San Sebastián y al occidente con los municipios de Florencia y Mercaderes (Figura 1).

Las veredas de la Carbonera y La Playa se sitúan al nororiente del municipio (Figura 2), separadas por el río San Jorge y la quebrada Salinas a una distancia aproximada de 7.5 km. Se ubican en las coordenadas geográficas, para La Carbonera, finca Nuevo Horizonte N 1°54'32.98" W 77° 2'50.34" con 632 m.s.n.m., y para La Playa, finca La Canoa N 1°58'29.33" W 77° 2'5.99" con 705 m.s.n.m. (Figura 3). La precipitación anual aproximada para los dos sitios es de 208 mm y la temperatura media es de 35°C (Holdridge, 1978). La zona de vida se denomina Bosque Seco Tropical (bs-T) (Holdridge, 1978). Los ecosistemas se caracterizan por una cobertura vegetal escasa, con manchas de bosque secundario, y alto grado de deforestación debido a la presión antrópica (Figura 4). El grupo étnico predominante en la zona baja del municipio es la comunidad afrocolombiana asentados en los corregimientos de Capellanías, Carbonera, Guachicono y Lerma. La principal actividad económica es la agricultura, maíz, algodón, y caña de azúcar, así como productos propios de una zona cálida como piña, papaya, plátano, limón, denominados como productos de “pan coger”. Dentro de las amenazas ambientales, se presentan las quemadas, erosión, deforestación y la contaminación de aguas y suelos, que ocasionan la desaparición o reducción del caudal de las quebradas que en temporada de verano se convierten en corrientes temporales o intermitentes.

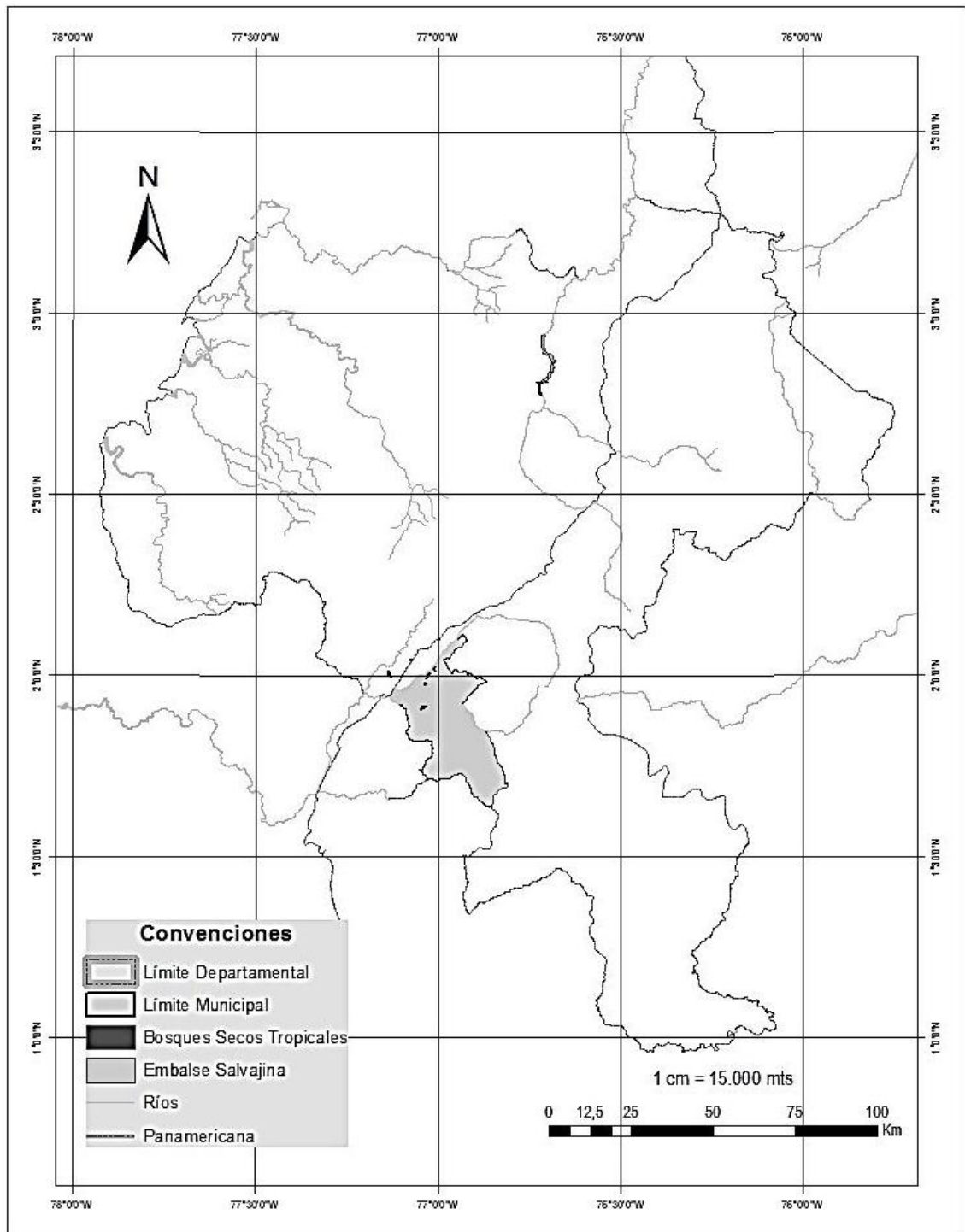


Figura 1. Ubicación del Municipio de Bolívar Cauca (fuente propia).

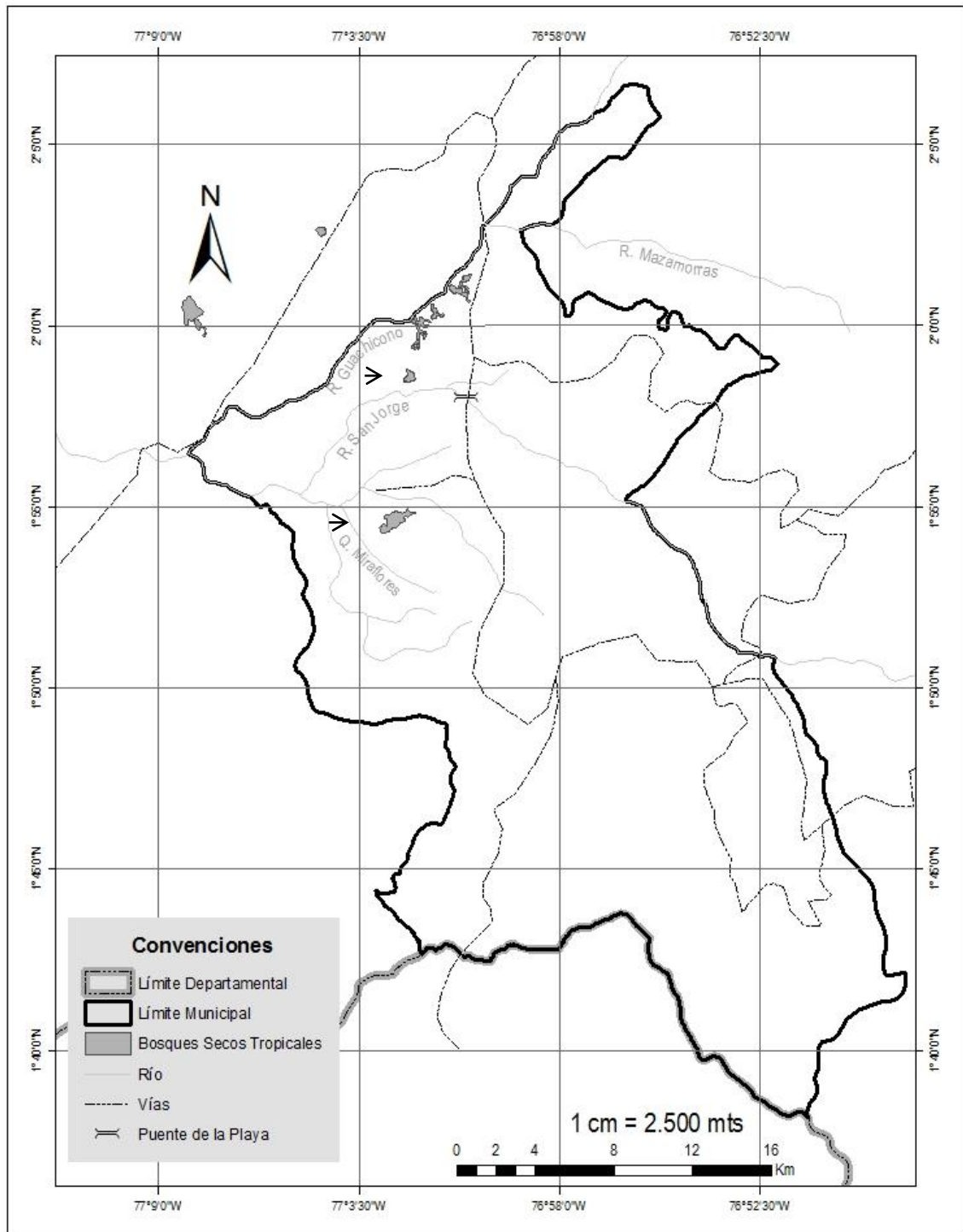


Figura 2. Ubicación de los relictos de bosque seco en las veredas La Carbonera y La Playa del Río San Jorge del municipio de Bolívar (fuente propia).

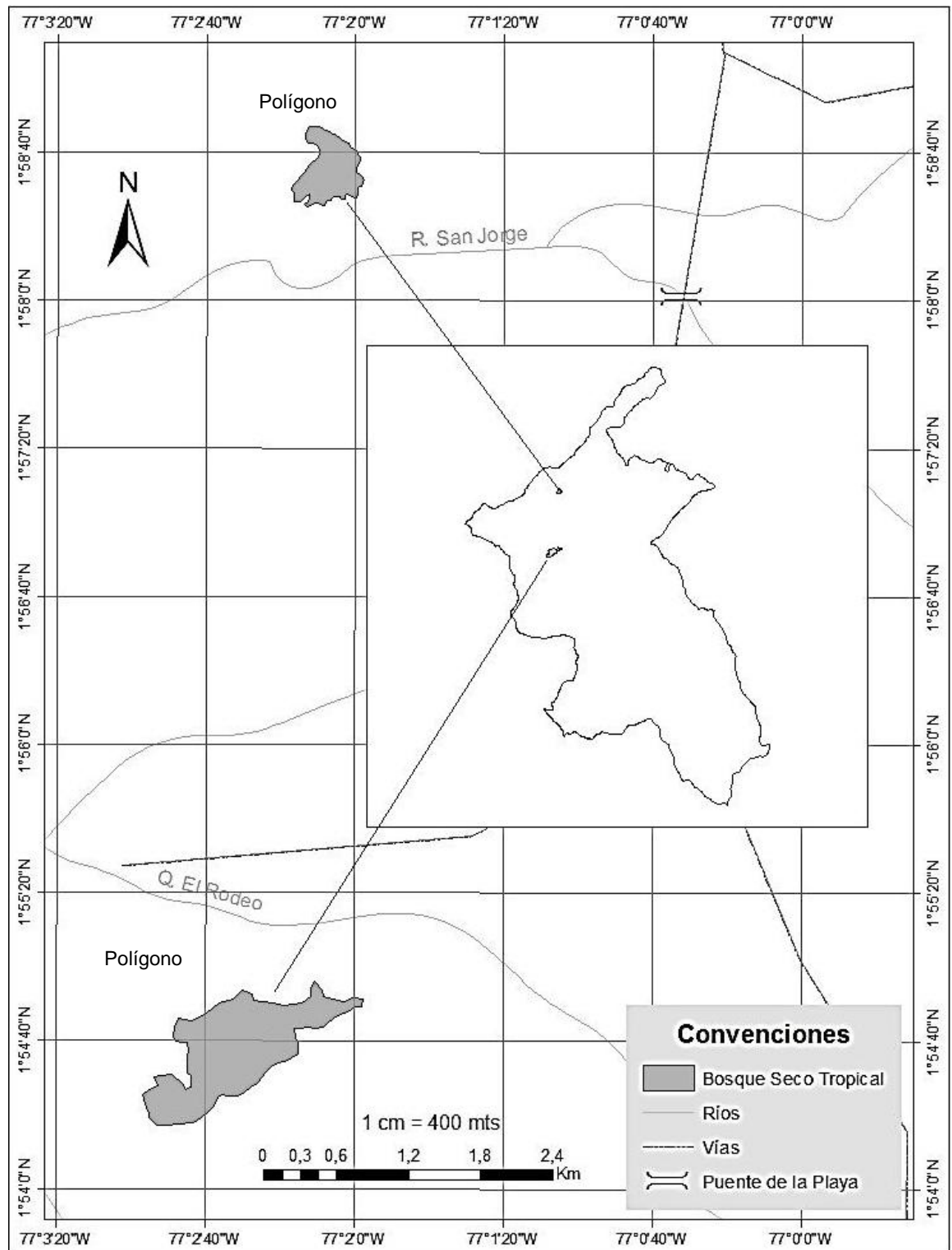


Figura 3. Polígonos formados por los relictos de bosque de La Carbonera y La Playa del Río San Jorge (fuente propia).



Figura 4. Zona de muestreo La Carbonera, A) Interior del relicto, B) Panorámica del bosque. Zona de muestreo La Playa, C) interior del relicto, D) Panorámica del bosque (imágenes de Fuente Propia).

4.2 DISEÑO DE CAMPO

Se realizaron 2 salidas de campo por mes, alternadas en cada uno de los sitios a muestrear. Cada salida con 15 días efectivos de muestreo, para un total de 6 jornadas en tres meses. Los métodos de colecta utilizados fueron; 7 trampas Malaise y 16 trampas Mcphail en cada bosque. Se armaron en los 2 relictos al inicio del trabajo, se revisaron y recebaron cada 2 días hasta terminar con las salidas programadas. Adicional se colectó de forma manual con ayuda de una red entomológica.

Para identificar el borde del área de muestreo, se tomó como referencia el límite de la zona de pastoreo y el inicio del bosque. A partir de allí se midió 20 metros hacia el interior y alrededor del relicto, la franja que se formó se denominó el borde, a partir de la transición se estableció el centro. Se distribuyeron las trampas a una distancia mínima de 20 metros a lo largo del borde y en el centro del bosque, se eligieron lugares óptimos debido a la forma irregular que presentan (Figura 5).

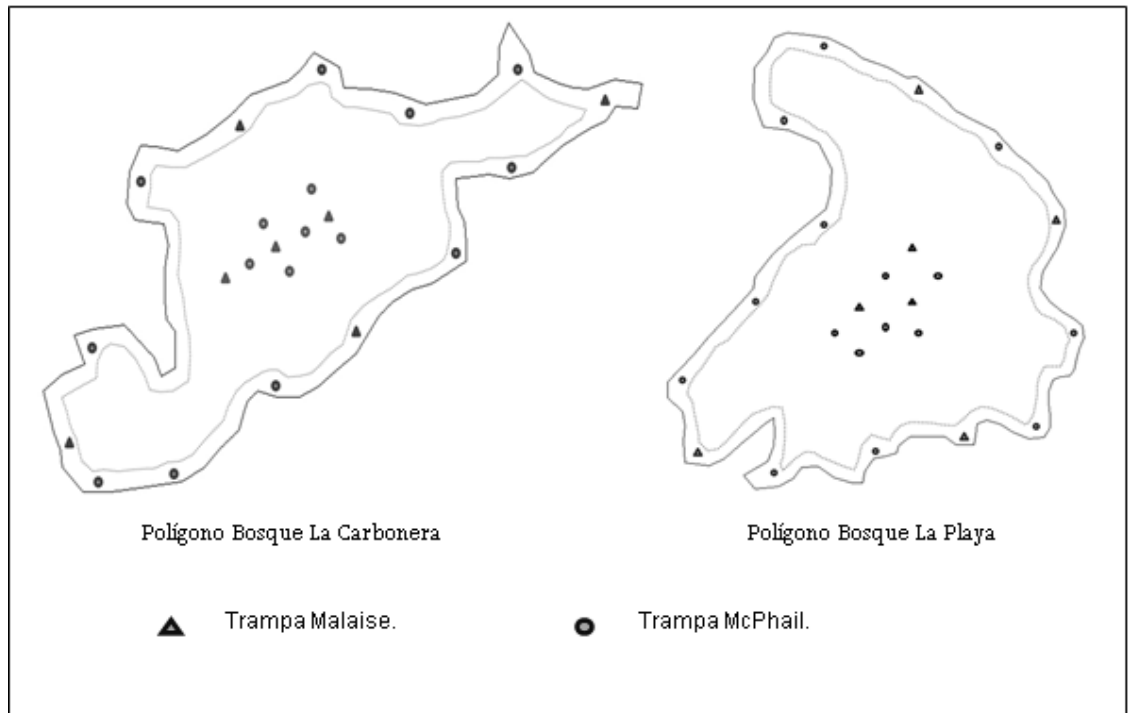


Figura 5. Diagrama de diseño de campo (imagen de fuente propia).

Trampa aérea de intercepción de vuelo (Malaise): consiste en 4 paredes de tela de nylon. Se asemeja a una carpa pero con las entradas laterales abiertas y separadas por una pared central. En uno de sus extremos se ubica un frasco de plástico colector que contiene esencias en este caso con aromas de la vegetación característica de la zona (Limón, Naranja, Algodón, Maracuyá, Melón, Piña) y como sustancia letal alcohol al 70% (Gasca e Higuera, 2010) (Figura 6). Se emplearon 7 trampas por relicto de bosque activadas durante los tres meses de muestreo, estas se instalaron a una altura entre uno y dos metros dependiendo del terreno y de la altura de la vegetación, de tal modo que interceptaran el vuelo que hacen las abejas del exterior al interior del bosque (Figura 5).



Figura 6. Trampa Malaise utilizada en el muestreo de abejas de bosque seco tropical (imagen de fuente propia).

Trampa Mcphail (Trampa de Caída): consiste en un recipiente con orificios que a su vez forman un embudo inverso el cual impide la salida de los insectos que ingresan. En la parte superior se coloca un atrayente (esencias) y en la parte inferior una solución letal que atrapa a las abejas cuando caen por agotamiento al intentar escapar de la trampa (Vélez, 2005) (Figura 7). Se instalaron en el dosel de la vegetación 16 trampas por relicto, activadas los tres meses de muestreo (Figura 5).



Figura 7. Trampa de olor (McPhail) utilizada en la captura de abejas de bosque seco tropical (imagen de fuente propia).

Colecta manual: como complemento al muestreo se capturaron con red entomológica, las abejas que fueron encontradas en nidos o forrajeando en el bosque (Figura 8). Se usó la técnica en cada uno de los relictos.



Figura 8. Colecta manual con red entomológica (imagen de fuente Propia).

La identificación de los individuos colectados se realizó a nivel de género y en lo posible hasta especie, apoyado mediante el uso de claves y descripciones, tales como: Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical (Fernández y Sharkey, 2006), Abejas Altoandinas de Colombia (González *et al*, 2005), A field guide to insects: America north of Mexico, (Borror y White, 1998), Clave taxonómica para las familias de abejas de Colombia (Michener, 2007), Abejas euglosinas de Colombia (Bonilla-Gómez y Nates-Parra, 1992), clave para los subgéneros de *Xylocopa* de Colombia (Michener, 2007). Por último se etiquetó cada muestra con información del estrato donde se capturó, número de la muestra, tipo de muestreo y fecha de la colecta con el fin de depositarlos en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

4.3 ANALISIS DE RESULTADOS

Se realizaron curvas de acumulación de especies para el borde y centro de los relictos y en cada uno de los bosques, con la ayuda del programa ESTIMATES[®]. Se usaron los estimadores ACE, Chao 1 y MMMeans que permiten comparar los valores observados de riqueza con los valores estimados, de esta manera podemos estimar el porcentaje de las especies que no fueron registradas y evaluar la representatividad del muestreo.

Se utilizó el índice de Shannon–Wiener para determinar la diversidad de especies en las áreas muestreadas y el índice de Simpson para estimar la dominancia de especies en los bosques (Moreno, 2001). Para comparar la composición de las comunidades de abejas en el borde y centro del relicto se usó el índice de similaridad de Bray-Curtis presencia/ausencia (Magurran, 2004).

Índice de Shannon- Wiener (H') (equidad):

Es el índice más utilizado para medir la diversidad de organismos. Se basa en la abundancia proporcional de las especies y en el número de especies. Se define en la siguiente fórmula:

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

Dónde:

P_i = proporción del número de individuos de la familia “i” con respecto al total de ejemplares (n_i/N).

Índice de Simpson (λ):

Es un índice de dominancia.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

P_i = abundancia proporcional de una especie (n_i/N). A medida que la dominancia se incrementa, la diversidad decrece entonces éste índice se presenta a la inversa: $1/\lambda = 1/ \sum p_i^2$

Índice de Bray-Curtis (Similaridad):

Es uno de los índices más ampliamente utilizados en la ecología cuantitativa actual y sus expresiones de similitud y disimilitud son:

$$S_{jk} = 2 \sum \min (X_{ij}, X_{ik}) / \sum (X_{ij} + X_{ik})$$

$$D_{jk} = \sum |X_{ij} - X_{ik}| / \sum (X_{ij} + X_{ik})$$

Dónde:

B: Media de Bray-Curtis entre las muestras j y k

X_{ik} : número de individuos de la especie i en la muestra j

X_{ij} : número de individuos de la especie i en la muestra k

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 COMPOSICION DE ABEJAS

Se colectaron 188 individuos pertenecientes a 14 géneros, 21 especies y tres de las cinco familias registradas para Colombia; Apidae, Colletidae y Halictidae (Tabla 2). Se logró identificar a género la totalidad de los especímenes colectados, de los cuales se identificaron a nivel de especie solo el 11.2% de los individuos (Tabla 3). La familia más numerosa fue Apidae con 11 géneros, seguida de Colletidae y Halictidae con 2 y 1 géneros respectivamente (Figura 9), la última es una de las familias más diversas, pero la mayoría de sus especies no han sido descritas, debido a la falta de información y de taxónomos interesados en la elaboración de claves para su respectiva descripción a nivel de especie (González y Engel, 2004). A pesar de que el tiempo de muestreo fue de tres meses, la riqueza de especies capturadas es buena (Tabla 2), si se tiene en cuenta la dificultad para capturar estos especímenes y la llegada de intensas lluvias en los días de muestreo que no permiten que los individuos salgan a forrajear. Además de aportar al corto inventario de especies del suroccidente colombiano.

Tabla 2. Riqueza taxonómica de las abejas colectadas en el trabajo de campo.

Familias	Subfamilias	Tribus	Géneros	Especies
Apidae	2	6	11	18
Colletidae	2	2	2	2
Halictidae	1	1	1	1
Total	5	9	14	21

Tabla 3. Listado de especies por familia colectadas en las áreas de estudio.

TAXA	# Individuos/Bosque		Total
	Carbonera	Playa	
APIDAE			
Apinae			
Bombini <i>Bombus atratus</i> Franklin, 1913		1	1
Centridini <i>Centris</i> sp Klug, 1810 <i>Epicharis rustica</i> Oliver, 1789	4 1	4	4 5
Emphorini <i>Diadasia</i> sp Patton, 1879	22		22
Euglossini <i>Eulaema meriana</i> Oliver, 1789 <i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841 <i>Eulaema boliviensis</i> Friese, 1898 <i>Eulaema cingulata</i> Fabricius, 1804 <i>Eulaema mocsaryi</i> Friese, 1899 <i>Eulaema</i> sp Lepeletier, 1841 <i>Eufriesea purpurata</i> Mocsáry, 1896 <i>Eufriesea</i> sp Cockerell, 1908 <i>Exaerete smaragdina</i> Guérin-Méneville, 1845 <i>Euglosa cordata</i> Linnaeus, 1758 <i>Euglosa</i> sp Latreille, 1802	5 1 1 3 1 5 1 5 1 3	5 3 2 2 8 1 3	10 1 1 6 1 7 1 13 2 5
Meliponini <i>Scaptotrigona</i> sp Moure, 1942 <i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1881	2 5	18 17	20 22
Xylocopinae			
Xylocopini <i>Xylocopa frontalis</i> Olivier, 1789	1	8	9
HALICTIDAE			
Halictinae			
Augochlorini <i>Augochlora</i> sp Smith, 1853	20	28	48
COLLETIDAE			
Colletinae			
Colletini <i>Colletes</i> sp Latreille, 1802	2	1	3
Hylaeinae			
Hylaeini <i>Hylaeus</i> sp Fabricius, 1793	5		5
Total	88	100	188

La familia Apidae, generalista, con especies que exhiben varios grados de sociabilidad, van desde solitarias hasta altamente sociales y que en este estudio es la más numerosa, coincide con estudios realizados en diferentes zonas de vida donde también se reporta como una de las más numerosas, en la región tropical en la que nos encontramos (Smith-Pardo y Gonzales, 2007). La mayor diversidad de abejas del mundo se encuentra en las áreas semidesérticas extratropicales cálidas, donde se cree que hay una mayor diversidad que en otros ecosistemas del país (Michener, 2007). Halictidae y Colletidae presentaron una baja representatividad con 1 y 2 especies por familia respectivamente.

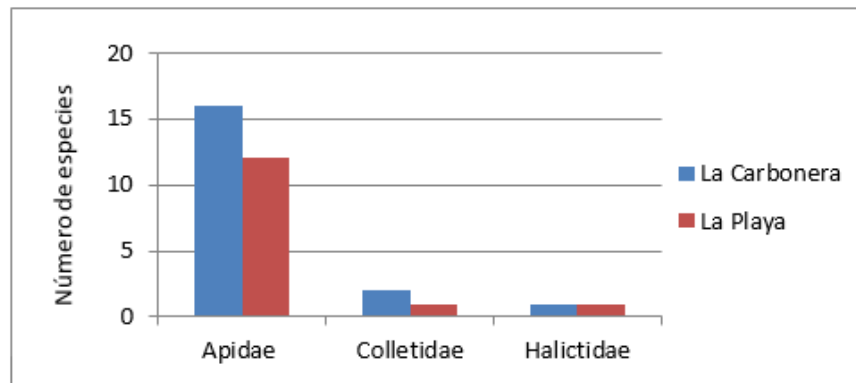


Figura 9. Número de especies por familia de abejas en las dos zonas de muestreo.

Se obtuvo registro de 21 especies colectadas en los dos relictos, de las cuales el 57.2% fueron comunes para los dos (Figura 10). *Centris* sp, *Diadasia* sp, *Eulaema nigrita*, *Eulaema boliviensis*, *Eulaema mocsaryi*, *Eufriesea purpurata*, *Hylaeus* sp, son exclusivas de la zona de estudio de La Carbonera (33.3%) (Figura 11) y *Eufriesea* sp, *Bombus atratus*, son exclusivas para la zona de La Playa (9.52%) (Figura 13). La diferencia en el porcentaje de especies capturadas en los bosques se debe al estado de conservación que presentan, si bien La Carbonera no es el mejor conservado, se obtuvo mayor porcentaje de especies al encontrarse rodeado de cultivos agrícolas que ofrecen mayores recursos a las abejas, lo que concentra la población en la zona. El bosque de La Playa al ser más extenso y al

tener poca intervención antrópica, no posee los recursos que brinda el otro bosque, por lo que las abejas se dispersan buscando los requerimientos vitales. Esta sería la causa por la cual se encontraron especies exclusivas en los relictos de bosque.











 <p><i>Epicharis rustica</i></p>	 <p><i>Eulaema meriana</i></p>
 <p><i>Exaerete smaragdina</i></p>	 <p><i>Eulaema sp</i></p>
 <p><i>Eulaema cingulata</i></p>	 <p><i>Euglosa cordata</i></p>
 <p><i>Euglosa sp</i></p>	 <p><i>Scaptotrigona sp</i></p>
 <p><i>Tetragonisca angustula</i></p>	 <p><i>Xylocopa frontalis</i></p>



Figura 10. Especies comunes en los dos relictos de bosque (imágenes de fuente propia).

En el bosque seco de La Carbonera se capturaron 88 individuos; 62 en la zona denominada borde y 26 en el centro del relicto distribuidas en 13 géneros y 19 especies de las cuales: *Diadasia* sp, *Eulaema mocsaryi*, *Eufriesea purpurata*, *Euglosa cordata*, *Euglosa* sp, *Xylocopa frontalis*, *Colletes* sp, *Hylaeus* sp, son exclusivas del borde del bosque (42.1%) y *Epicharis rustica*, *Eulaema nigrita*, *Eulaema boliviensis*, *Eulaema cingulata*, presentan exclusividad para el centro del relicto (21%). El 36.8% restante fueron especies comunes en los dos puntos estudiados dentro del bosque. Las especies más abundantes fueron *Diadasia* sp. (25%) y *Augochlora* sp. (22.7%) (Tabla 4). Una de las razones por las cuales hay exclusividad de abejas, puede darse porque no todas tienen la capacidad de forrajear en lugares abiertos, también al presentar dietas especialistas, algunas solo obtienen recursos alimenticios ya sea en el borde o interior del relicto. Abejas con dietas generalistas son comunes en el relicto, al tener un hábito alimenticio variado pueden encontrar requerimientos energéticos en cualquier lugar del bosque.



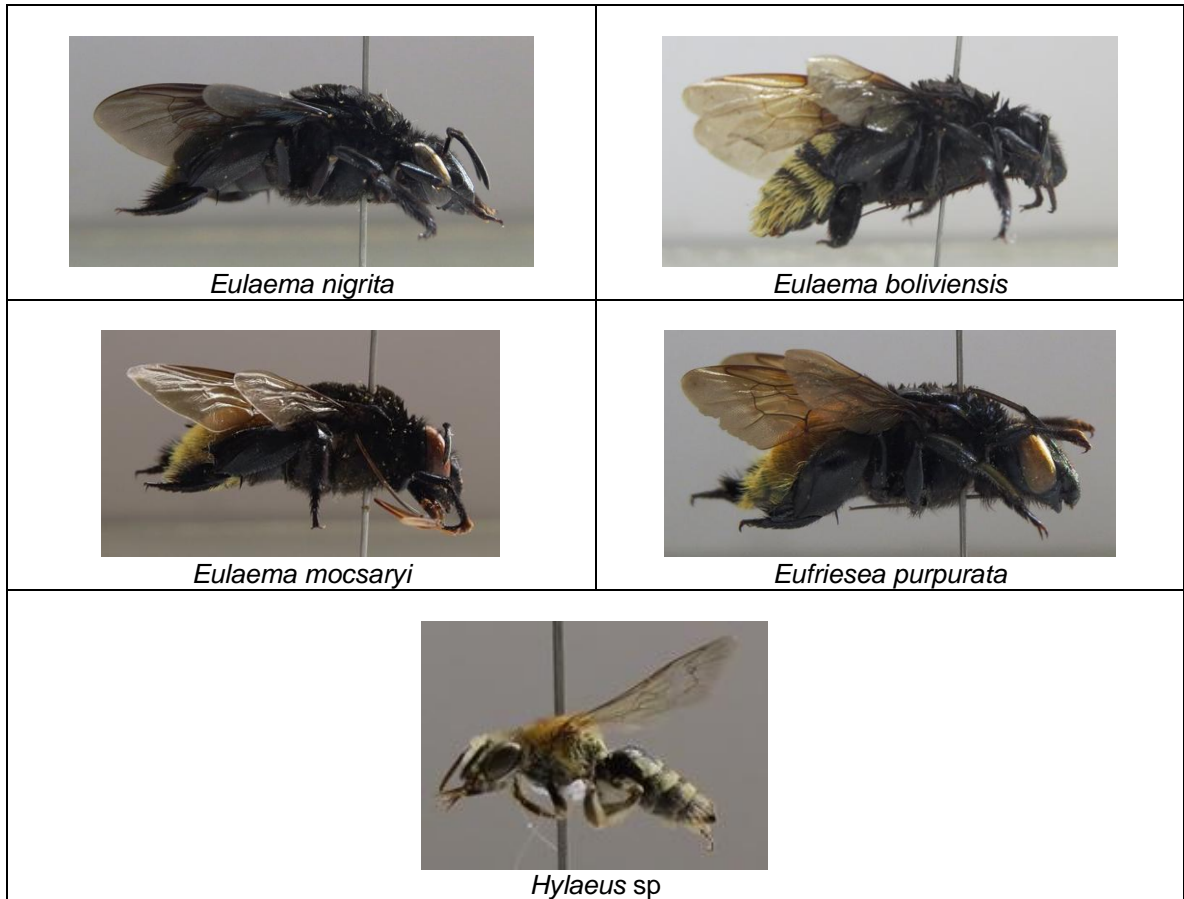


Figura 11. Especies exclusivas del bosque de La carbonera (imágenes de fuente propia).

Tabla 4. Listado de especies capturadas en el borde e interior de bosque de La Carbonera.

TAXA	# Individuos		Total
	Borde	Centro	
APIDAE			
Apinae			
Centridini			
<i>Centris</i> sp Klug, 1810	2	2	4
<i>Epicharis rustica</i> Oliver, 1789		1	1
Emphorini			
<i>Diadasia</i> sp Patton, 1879	22		22
Euglossini			
<i>Eulaema meriana</i> Oliver, 1789	3	2	5
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841		1	1
<i>Eulaema boliviensis</i> Friese, 1898		1	1
<i>Eulaema cingulata</i> Fabricius, 1804		3	3
<i>Eulaema mocsaryi</i> Friese, 1899	1		1
<i>Eulaema</i> sp Lepeletier, 1841	1	4	5
<i>Eufriesea purpurata</i> Mocsáry, 1896	1		1
<i>Exaerete smaragdina</i> Guérin-Méneville, 1845	3	2	5
<i>Euglossa cordata</i> Linnaeus, 1758	1		1

<i>Euglosa</i> sp Latreille, 1802	3		3
Meliponini <i>Scaptotrigona</i> sp Moure, 1942 <i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1881	1 2	1 3	2 5
Xylocopinae			
Xylocopini <i>Xylocopa frontalis</i> Olivier, 1789	1		1
HALICTIDAE			
Halictinae			
Augochlorini <i>Augochlora</i> sp Smith, 1853	14	6	20
COLLETIDAE			
Colletinae			
Colletini <i>Colletes</i> sp Latreille, 1802	2		2
Hylaeinae			
Hylaeini <i>Hylaeus</i> sp Fabricius, 1793	5		5
Total	62	26	88

El género *Eulaema* característico de estas zonas de vida, presenta rangos altitudinales desde 0 hasta 2700 m.s.n.m. (Roubik, 2004), es el más rico en el borde y centro del bosque de La Carbonera (Figura 12), resultados similares presentó este género en estudios realizados en bosques secos del estado Guárico de Venezuela donde hizo presencia con 4 especies (Rodríguez-Parilli, 2010). *Euglosa* es el género con mayor número de especies de la tribu euglossini. Para Colombia se encuentran registradas 69 especies (Vélez-Ruiz, 2009), fue el segundo género con mayor diversidad, aunque solo presentó especies en el borde del bosque. Son abejas de tierras bajas, sin embargo, algunas veces se han encontrado a 2600 m.s.n.m. (Roubik, 2004). Los siguientes géneros: *Colletes*, *Diadasia*, *Eufriesea*, *Hylaeus*, *Xylocopa*, solo registran su presencia con una sola especie en el borde del bosque en la zona. *Augochlora*, *Centris*, *Ephicharis*, *Exaerete*, *Scaptotrigona* y *Tetragonisca* también hacen presencia en el borde y centro del relicto con solo una especie. La Familia Apoidea en el bosque se vio

representada con 13 géneros, donde el borde fue el más rico al albergar los 13 géneros colectados, a diferencia del borde que solo estuvo representado por los géneros: *Colletes*, *Diadasia*, *Eufriesea*, *Euglosa*, *Hylaeus* y *Xylocopa*.

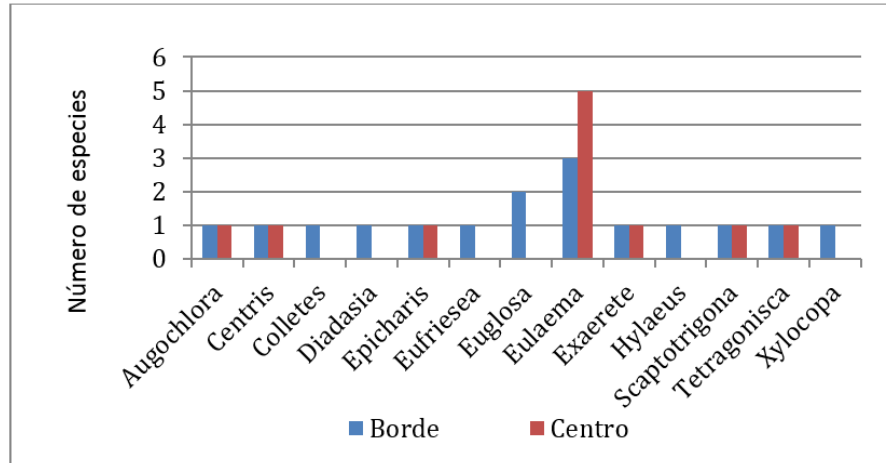


Figura 12. Número de especies de los géneros presentes en relicto de bosque La Carbonera.

En el bosque seco de La Playa se colectaron 100 individuos; 49 en el borde y 51 en el centro del relicto. Las capturas pertenecientes a 12 géneros y 14 especies, también presentaron exclusividad en las zonas de muestreo; en el borde *Euglosa Cordata*, *Colletes* sp. (14.3%) y en el centro *Bombus atratus*, *Epicharis rustica*, *Eulaema meriana*, *Eulaema cingulata*, *Eulaema* sp. (35.7), el 50% restante fueron especies comunes a las dos zonas muestreadas en el bosque. Las especies con mayor abundancia fueron *Augochlora* sp (28%), *Scaptotrigona* sp (18%) y *Tetragonisca angustula* (17%) (Tabla 5).



Figura 13. Especies exclusivas del bosque de La Playa (imágenes de fuente propia).

Tabla 5. Listado de especies encontradas en el borde e interior del bosque del La Playa.

TAXA	# Individuos		Total
	Borde	Centro	
APIDAE			
Apinae			
Bombini <i>Bombus atratus</i> Franklin, 1913		1	1
Centridini <i>Epicharis rustica</i> Oliver, 1789		4	4
Euglossini <i>Eulaema meriana</i> Oliver, 1789 <i>Eulaema cingulata</i> Fabricius, 1804 <i>Eulaema</i> sp Lepeletier, 1841 <i>Eufriesea</i> sp Cockerell, 1908 <i>Exaerete smaragdina</i> Guérin-Ménéville, 1845 <i>Euglosa cordata</i> Linnaeus, 1758 <i>Euglosa</i> sp Latreille, 1802		5 3 2 1 6 1 1	5 3 2 2 8 1 2
Meliponini <i>Scaptotrigona</i> sp Moure, 1942 <i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1881	5 11	13 6	18 17
Xylocopinae			
Xylocopini <i>Xylocopa frontalis</i> Olivier, 1789	7	1	8
HALICTIDAE			
Halictinae			
Augochlorini <i>Augochlora</i> sp Smith, 1853	20	8	28
COLLETIDAE			
Colletinae			
Colletini <i>Colletes</i> sp Latreille, 1802	1		1
Total	49	51	100

En el relicto de bosque de La Playa el género *Eulaema* también es el de mayor número de especies, sin embargo, solo fueron capturadas en el centro (Figura 14). *Euglosa* tiene como representante dos especies. Los géneros *Augochlora*,

Eufriesea, *Exaerete*, *Scaptotrigona*, y *Tetragonisca*, con una especie en el centro y el borde del relicto, mientras que *Colletes* una especie en el borde. *Ephicharis* y *Xylocopa* están representadas con una especie en el centro. Aunque el relicto de bosque de La Playa muestra un mayor grado de conservación, la riqueza de la familia Apoidea solo estuvo presente con 11 géneros, tres menos que el bosque de la Carbonera, donde el centro de dicho relicto fue el que más géneros albergó.

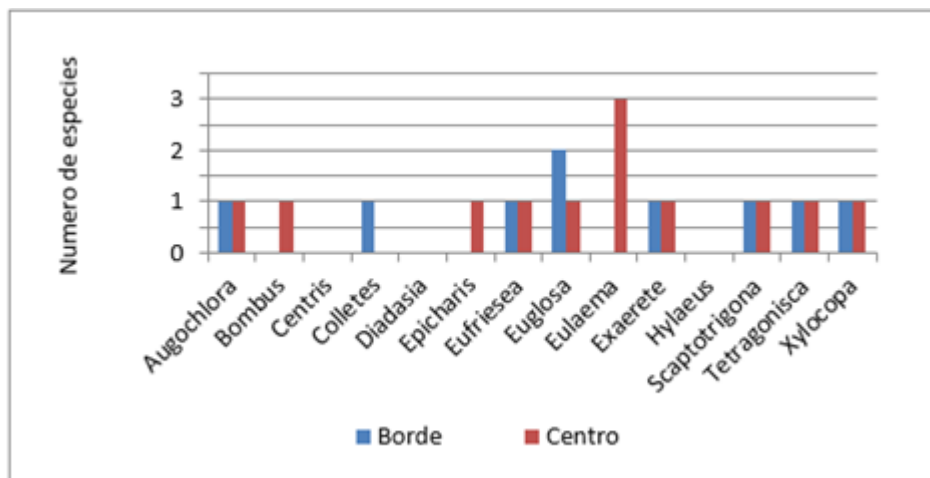


Figura 14. Número de especies de los géneros presentes en relicto de bosque La Playa.

En las jornadas se capturaron especies características de los bosques secos, de las cuales unas son registros nuevos para el departamento del Cauca y en algunos casos para el suroccidente del país. Se comparó la biogeografía de las especies colectadas con las del (Portal de Datos Sobre Biodiversidad de Colombia SIB, 2015) y la base de datos de (Discover Life, 2015), donde se encontró que *Bombus atratus* Franklin, es uno de los casos raros para la zona, teniendo en cuenta los reportes altitudinales para esta especie que oscilan entre los 1500 y 3200 m.s.n.m. (Liévano *et al*, 1994). Estudios realizados en la Sabana de Bogotá sobre su efecto en la polinización en la producción de tomate (Aldana *et al*, 2007), confirman que es una especie con hábitos biogeográficos diferentes a los del bosque seco.

Según la base de datos de Discover Life, la especie *Epicharis rustica* Oliver, solo posee 7 registros en Colombia, de los cuales tres son en los departamentos de Antioquia, Guainía y Santander y las 4 capturas restantes son registradas en la isla Gorgona, lo que hace que las capturas hechas en el bosque estudiado sean interesantes por una posible especiación alopátrica, al encontrarse separadas de la isla por las barreras naturales conformadas por el cuerpo de agua del océano Pacífico y la cordillera Occidental. Un nuevo registro para el departamento de Cauca y el suroccidente colombiano es la especie *Diadasia* sp. Patton, según los portales de datos solo se encuentra registrada en los departamentos de Atlántico, Magdalena y Cundinamarca. Sobre la historia natural del género *Diadasia*, se sabe que la mayoría de las especies anidan en agregaciones, con un periodo de actividad relacionado con la época de floración de las plantas con que se alimentan, siendo en general oligolécticas en la obtención de los recursos florales, principalmente de las familias: Malvaceae, Convolvulaceae, Compositae, Cactaceae y Onagraceae Virginia *et al*, (2011).

La tribu Euglossini es característica de los trópicos americanos, su rango altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m., considerando que el género *Eulaema* puede encontrarse a 2700 m.s.n.m. (Roubik, 2004). En este estudio las abejas euglisinas presentaron 4 géneros y 11 especies destacándose el género *Eulaema* con 6 especies (*Eulaema meriana*, *Eulaema nigrita*, *Eulaema boliviensis*, *Eulaema cingulata*, *Eulaema mocsaryi*, *Eulaema* sp.); entre estas se destaca *Eulaema meriana* Oliver ya que se puede tratar de un nuevo registro para el suroccidente del país. Según la base de datos de Discover Life hasta el momento solo se encuentra un registro en Bahía Solano Chocó y otro en el departamento del Meta. De una manera muy general es reportada por regiones en el territorio nacional, en el listado de abejas euglosinas de la región neotropical Ramírez *et al*, (2002). La especie *Euglosa cordata* Linnaeus, no se encuentra en el listado de euglosinos neotropicales, pero hay registro de un individuo en el valle del Cauca en el año 1991, en la base de datos de Discover Life, lo que apunta a ser otro nuevo registro para el departamento de Cauca.

Un hallazgo interesante es *Exaerete smaragdina* Guérin-Ménéville. Esta se encuentra registrada como especie en peligro crítico en el Libro Rojo de los Invertebrados de Colombia, publicado por Amat-García *et al*, (2007). Esta presentó mayor riqueza entre los géneros de la tribu Euglossini (Tabla 3), es alentador encontrar que el municipio de Bolívar es de alguna manera un refugio para una especie de la que se tienen pocos registros en Colombia (Bonilla-Gómez *et al*, 1992).

En los bosques, cinco especies de abejas estuvieron representadas por un individuo, capturados en un solo día de muestreo, (*Eufriesea purpurata*, *Eulaema boliviensis*, *Eulaema mocsaryi*, *Eulaema nigrita*, *Bombus atratus*); posiblemente se deba a la alta estacionalidad de algunas especies de abejas que solo están presentes en los bosques en periodos de floración, de ser este periodo la razón por la cual aparecen las especies raras, sería necesario en próximos estudios, realizar jornadas de campo más largas y que abarquen las estaciones completas de sequía y lluvia que presentan condiciones son muy marcadas.

5.2 REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO

El muestreo en el bosque de La Playa alcanzó una representatividad de 85.3%, fue mayor con respecto al de La Carbonera (62.2%) (Tabla 6). El borde del bosque de La Carbonera y el centro del bosque de La Playa presentaron un 70% y 75.2% respectivamente, el cual es un valor considerable en el estudio de abejas por el grado de complejidad que se presenta al capturar estos individuos. Se debe tener en cuenta en futuras investigaciones aumentar el periodo de campo con el fin de hacer muestreos durante todo el año para poder abarcar las estaciones que se presentan en el área.

Tabla 6. Representatividad de las especies colectadas en las zonas de muestreo (usando EstimateS, Colwell, 2009).

Bosque	Zona	Observado	Esperado	% Representatividad
Carbonera	Borde	15	20.2	74.
	Centro	11	16.3	67.4
	Borde y centro	19	27.8	62.2
Playa	Borde	9	13.1	68.4
	Centro	12	15.9	75.2
	Borde y centro	14	16.4	85.3

Por medio de las curvas de acumulación de especies se comparó la relación entre número de especies y número de días muestreados en los bordes y centros de los relicto de bosque. Las gráficas indican que se debe hacer un mayor esfuerzo de colecta ya que ninguno de los estimadores alcanzó una asíntota clara. En la zona denominada borde del relicto del bosque de La Carbonera se observaron 15 especies de las 20.2 estimadas, según el promedio de los estimadores (Ace, Chao1 y M Mean), el muestreo presentó un índice de representatividad del 74%, lo que indica que fue considerable (Figura 15, Tabla 6).

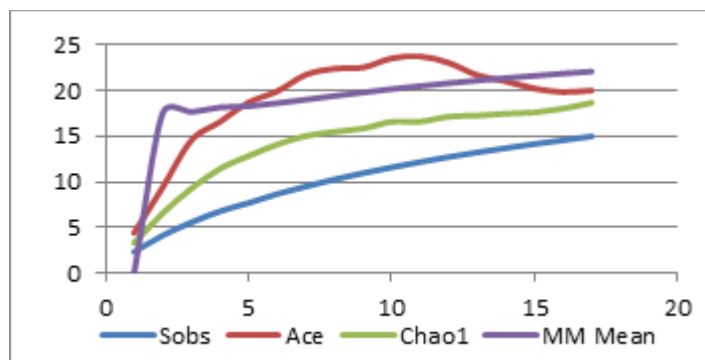


Figura 15. Curva de acumulación de especies colectadas en el borde del bosque de La Carbonera (usando EstimateS, Colwell, 2009).

No ocurrió lo mismo para la zona denominada centro, donde se observaron 11 de las 16.3 especies esperadas y su representatividad de 67.4%, no fue considerable (Figura 16, Tabla 6).

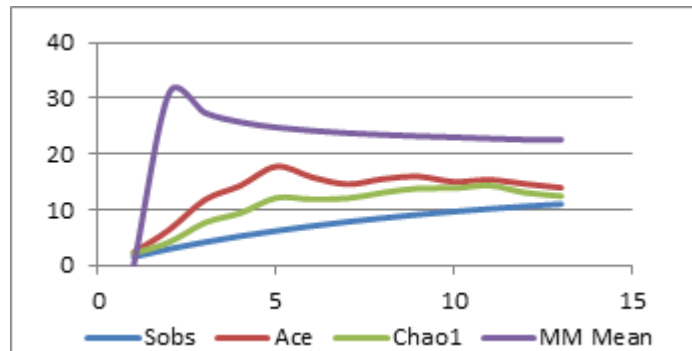


Figura 16. Curva de acumulación de especies colectadas en el centro del bosque de La Carbonera (usando EstimateS, Colwell, 2009).

Así mismo en la zona denominada borde del relicto de bosque de La Playa, donde las especies observadas fueron 9 y las estimadas 13.1; la representatividad no es considerable al obtener un valor de 68.4%. (Figura 17, Tabla 6).

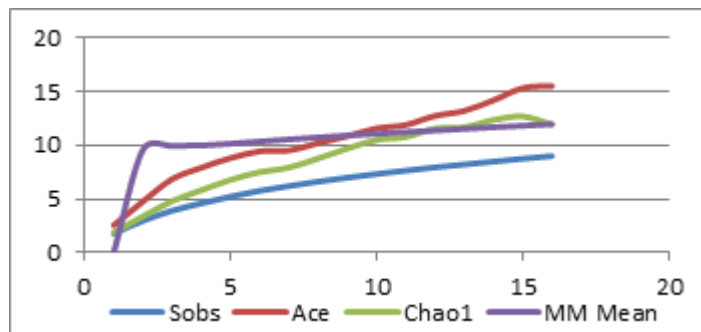


Figura 17. Curva de acumulación de especies colectadas en el borde del bosque de La Playa (usando EstimateS, Colwell, 2009).

En la zona denominada centro se observaron 12 de las 15.9 especies estimadas y obtuvo una destacada representatividad de las especies muestreadas al obtener un valor de 75.2% (Figura 18, Tabla 6).

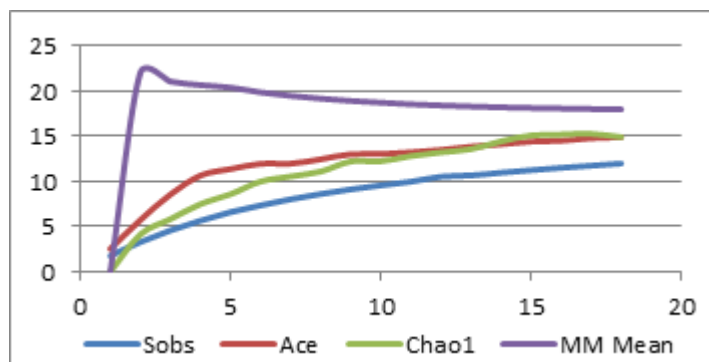


Figura 18. Curva de acumulación de especies colectadas en el centro del bosque de La Playa (usando EstimateS, Colwell, 2009).

En la evaluación la representatividad de la totalidad de las especies colectadas en el bosque de La Carbonera, las curvas de acumulación tampoco alcanzaron una asíntota clara (Figura 19), de las 27.8 especies estimadas solo se observaron 19. La representatividad del muestro con un 68.4%, no fue considerable. La curvas de acumulación que permitieron evaluar la totalidad de las especies colectadas en el bosque de La Playa, lograron un poco de estabilidad, la asíntota aunque no fue totalmente clara es la que mejor representa una estabilidad entre las especies colectadas y número de días muestreados (Figura 20). En el bosque se observaron 14 especies de las 16.4 estimadas, y su representatividad de 85.3% es considerable.

El bajo porcentaje de las curvas de acumulación en las zonas centro del bosque de La Carbonera (Figura 16) y la zona Borde del bosque de La Playa, indican que se debe realizar nuevos muestreos o que quizá los métodos de captura propuestos no son los más apropiados en este tipo de bosques, aunque cerca del 75% de las capturas se obtuvieron con las trampas McPhail, y un 25% con la red entomológica, las trampas Malaise no resultaron efectivas a pesar de ser uno de los más usados en los inventarios de abejas. Se observó a las abejas volar alrededor de las trampas pero no ingresaron al contenedor porque la abertura del colector se encuentra oculta y al parecer estos individuos no arriesgan sus alas para ingresar en lugares estrechos. Al inicio de las jornadas de campo, las gráficas muestran un pico elevado en el número de especies, esto se presenta porque la

curva de las especies observadas se hace máxima cuando se empiezan a registrar las capturas, luego se estabilizan cuando se colectan día tras día los mismos individuos. La estabilización no ocurrió en los dos relictos de bosques estudiados, hubo mayor cantidad de capturas en el primer mes de muestreo, esto se debe a que la vegetación con floración estaba escasa por el largo periodo de verano, lo que permitía que las abejas al carecer de alimento, se vieran atraídas por las esencias y la vegetación del relicto de bosque. La llegada de la temporada de lluvias también fue un inconveniente para las capturas, pero permitió que la floración de la vegetación aumentara en la zona, brindando mayor cantidad de recursos de manera que las poblaciones abejas se esparcieran en toda el área de bosque seco.

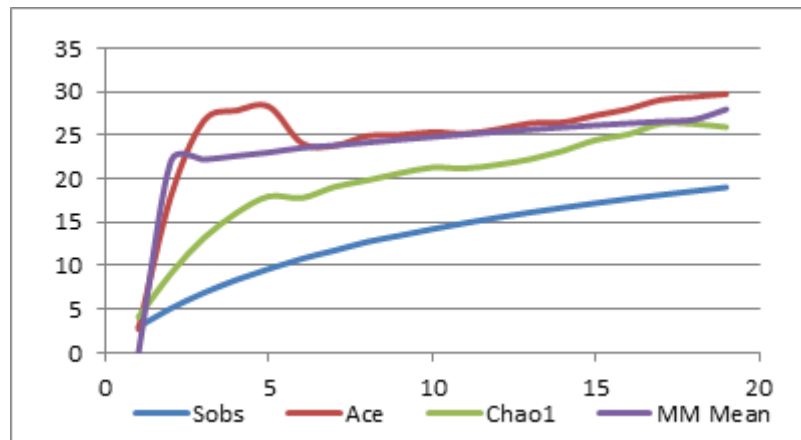


Figura 19. Curva de acumulación del total de especies colectadas en el bosque de La Carbonera (usando EstimateS, Colwell, 2009).

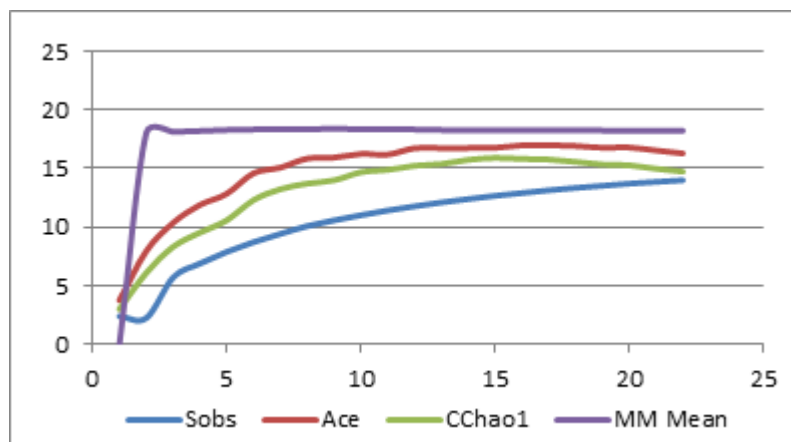


Figura 20. Curva de acumulación del total de especies colectadas en el bosque de La Playa (usando EstimateS, Colwell, 2009).

Los índices de diversidad de Shannon-Winener para el muestreo general presentó valor de $H' = 2.4$; el cual indica un grado de diversidad bueno basándose en una escala de 0 a 5 si se considera como diverso valores iguales o superiores a 3. Para el bosque de La carbonera ($H' = 2.36$) y el bosque de La Playa ($H' = 2.05$). La Carbonera presentó mayor diversidad. Esto posiblemente se deba a que la finca Nuevo Horizonte, donde se localiza el relicto de bosque se encuentra rodeada de fincas productoras agrícolas, cuyas plantas ofrecen una variedad de flores a las abejas durante la mayoría del año, gracias a los sistemas de riego, por lo que no se ven afectadas por las sequias como el resto de la vegetación. No sucede lo mismo en el relicto de bosque de La Playa donde la finca La Canoa tiene mayor extensión y las fincas aledañas no practican la agricultura con la intensidad que lo hacen en las fincas de La Carbonera, por lo que se presentaría una dispersión de las abejas en busca de vegetación con flores para suplir sus necesidades vitales. En la carbonera al parecer ocurre lo contrario, al haber un relicto de bosque que mantiene un grado de conservación, el cual brinda vegetación con floración durante la mayor parte del año, y al encontrarse rodeado por fincas agrícolas, las abejas aprovechan la cercanía, concentrando su población al no tener que desplazarse en busca de alimento. Razón por la cual el relicto de bosque presentó mayor diversidad.

Los índices de diversidad del borde y centro del relicto del bosque de La Carbonera fueron $H' = 2.05$ y $H' = 2.18$ respectivamente, los cuales a pesar de que se acercan al valor de tres, no se consideran diversos. Los índices de diversidad del borde ($H' = 1.41$) y centro ($H' = 2.18$) del relicto de bosque de La Playa tampoco son diversos, si se tiene en cuenta que son considerados valores diversos aquellos mayores o iguales a tres.

Tabla 7. Índices de diversidad (Shannon-Wiener) y dominancia (Simpson) de las especies colectadas en las zonas de muestreo (usando el programa estadístico SPSS).

Bosque	Zona	# Especies	# Individuos	Shannon-Wiener_H	Simpson	
					D	1-D
Carbonera	Borde	15	62	2.05	0.2	0.80
	Centro	11	26	2.18	0.13	0.87
	Total	19	88	2.36	0.14	0.86
Playa	Borde	9	49	1.41	0.38	0.62
	Centro	12	52	2.18	0.14	0.86
	Total	14	100	2.05	0.21	0.79
Total Muestreo		21	188	2,43	0.14	0.86

La dominancia (D), de especies calculada con el índice de Simpson, en los diferentes bosques muestreados es baja. Se considera la diversidad ($1 - D$) inversamente proporcional a la dominancia (D). El índice indica que la diversidad es alta (Tabla 7) cuando el valor ($1 - D$) se aproxima a 1. Según el resultado de dominancia del índice de Simpson (0.14) existe la probabilidad de que el 14% de los individuos capturados en el muestreo general en el bosque seco, sean la misma especie, es decir que la dominancia de especies es baja para la zona y su diversidad alta. En las zonas de bordes y centros de cada bosque se presentaron resultados de dominancia (D) bajos y diversidad ($1 - D$) alta, destacándose el borde de La Playa con una dominancia ($D = 0.38$), y por ende una diversidad menor, esto corrobora los resultados obtenidos con los índices de Shannon-Wiener que indican que dicha zona fue menos diversa.

Se comparó la abundancia de las comunidades de abejas silvestres del centro e interior de los relictos por medio del análisis de similitud de Bray Curtis, el cual definió dos grupos principales; uno formado por los centros de los bosques con 62% de similitud y otro por los bordes con el 46%. La comunidad de los antofilos presentes en el centro del relicto de La Carbonera fue más abundante que la del borde de la misma área (Figura 21). En la vereda La Playa, el centro del relicto también presentó una mayor abundancia de la comunidad de abejas, comparada con el borde del mismo bosque. El mayor porcentaje de similitud que comparten los centros de los relictos con respecto al valor porcentual de los bordes de los bosques, se debe a que las zonas centro de las áreas se encuentran mejor conservadas y pueden servir de refugio y brindar alimento, por lo que una mayor cantidad de especies de abejas forrajea con frecuencia en la zona. Aunque los centros tienen mayor porcentaje de similaridad, el valor del grupo conformado por los bordes de La Carbonera y La Playa, se encuentran próximos al valor de los centros al compartir la misma asociación vegetal, lo que permite una conexión entre borde y centro, además de tener recursos y condiciones similares donde se establecen las mismas especies.

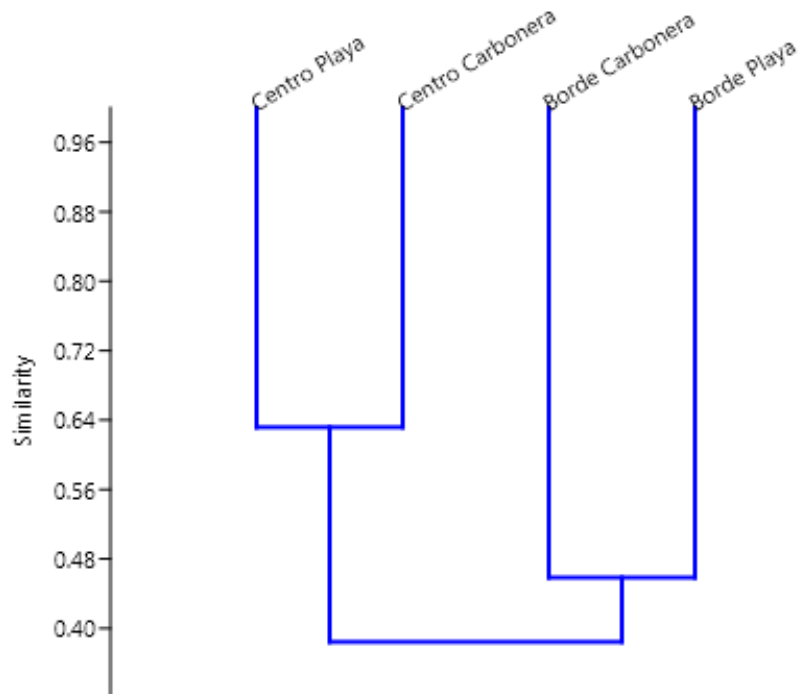


Figura 21. Análisis de similitud Bray Curtis para las zonas muestreadas en el Bosque Seco (usando el programa estadístico SPSS).

Las especies que presentaron mayor abundancia en el muestreo general fueron: *Augochlora* sp (25,53%), *Diadasia* sp (11,70%), *Tetragonisca angustula* (11,70%), *Scaptotrigona* sp (10,63%), *Xylocopa frontalis* (4,78%), presentan una frecuencia alta comparada con las especies: *Eufriesea purpurata*, *Eulaema boliviensis*, *Eulaema mocsaryi*, *Eulaema nigrita*, *Bombus atratus*, las cuales muestran una frecuencia de 0.53% al haber hecho presencia con un solo ejemplar. Es preciso seguir buscando información que permita identificar la totalidad de los individuos capturados y, realizar mayor número de muestreos en nuevas áreas para capturar especies de las cuales solo se obtuvo un registro (Tabla 8).

Tabla 8. Abundancia de las abejas colectadas en el bosque seco de Bolívar Cauca (usando el programa estadístico SPSS).

Especie	Abundancia	%
<i>Augochlora</i> sp	48	25,53
<i>Bombus atratus</i>	1	0,53
<i>Centris</i> sp	4	2,12
<i>Colletes</i> sp	3	1,59
<i>Diadasia</i> sp	22	11,70
<i>Epicharis rustica</i>	5	2,65
<i>Eufriesea purpurata</i>	1	0,53
<i>Eufriesea</i> sp	2	1,06
<i>Euglosa cordata</i>	2	1,06
<i>Euglosa</i> sp	5	2,65
<i>Eulaema boliviensis</i>	1	0,53
<i>Eulaema cingulata</i>	6	3,19
<i>Eulaema meriana</i>	10	5,31
<i>Eulaema mocsaryi</i>	1	0,53
<i>Eulaema nigrita</i>	1	0,53
<i>Eulaema</i> sp	7	3,72
<i>Exaerete smaragdina</i>	13	6,91
<i>Hylaeus</i> sp	5	2,65
<i>Scaptotrigona</i> sp	20	10,63
<i>Tetragonisca angustula</i>	22	11,70
<i>Xylocopa frontalis</i>	9	4,78
N° Total de Individuos	188	100 %
N° Total de Especies	21	

6. CONCLUSIONES

- Se registró la presencia de 21 especies de las 604 reportadas para Colombia distribuidas en 14 géneros, estos representan 14.2 % de los conocidos para el país. Lo que resalta la riqueza de abejas silvestres de la zona.
- Se presentó exclusividad de las especies colectadas en las zonas de la Carbonera (33%) y la Playa (9.5%), esto se debe a que no todas las especies tienen la capacidad de forrajear en lugares abiertos, y otras presentan dietas especiales. Abejas con dietas generalistas pueden encontrar sus requerimientos energéticos en cualquier lugar del bosque como el 57% restante que fueron colectas comunes en los relictos de bosque.
- En el estudio, la familia Halictidae fue la más abundante, sin embargo Apidae fue la más diversa de las familias colectadas.
- *Eulaema* es el género de abejas con mayor riqueza o diversidad en los ecosistemas muestreados.
- Las especies más abundantes en bosque de La Carbonera fueron: *Diadasia* sp y *Augochlora* sp. Las especies con mayor abundancia en el bosque de La Playa fueron *Augochlora* sp, *Scaptotrigona* sp y *Tetragonisca angustula*.
- La diversidad (Shannon-Winener) de los centros de los bosques fue mayor a comparación con los bordes de cada zona, pero no fueron diversos, al considerar valores iguales o superiores a 3 como diversos.
- Las trampas McPhail fueron las más efectivas, seguida de la red entomológica. Las trampas Malaise no resultaron efectivas a pesar de ser

uno de los más usados en los inventarios de abejas, la llegada de la temporada de lluvias también fue un inconveniente para las capturas.

- El trabajo permitió determinar y comparar la composición de las comunidades de abejas en dos áreas de bosque seco, las cuales presentaron valores de similaridad del 38%, esto se debe a que las abejas son particulares de la zona, y los hábitats comparten características tanto bióticas como abióticas.
- En general el bosque seco del municipio de Bolívar presentó una diversidad considerable según los índices de Shannon - Wiener ($H' = 2.43$), y Simpson ($1 - D = 0.86$).
- Aunque las curvas de acumulación de especies sugieren mayor esfuerzo de muestreo, el primer estudio es un aporte al conocimiento de los antofilos silvestres de ecosistemas xéricos del departamento del Cauca.
- Los relictos de bosque seco del municipio de Bolívar presentaron una comunidad de abejas interesante al presentar nuevos registros para la zona. A pesar de que el tiempo de muestreo fue corto y la complejidad para capturar estos individuos, las abejas capturadas son un aporte al escaso estudio de la fauna Apoidea del país.
- El hábitat sugiere la existencia de una fauna diversa y única asociada a los bosques secos de Colombia, la evidencia de esto son los numerosos hallazgos reportados, por lo que es pertinente continuar con los estudios de abejas de los ecosistemas, en particular el bosque seco del departamento Cauca, ya que un mejor conocimiento de la diversidad permitirá evaluar su estado y así poder tomar acciones en busca de la conservación de la biodiversidad en áreas que hoy en día se encuentran amenazadas.

7. RECOMENDACIONES

- Debido a la efectividad se requiere mejorar el diseño de las trampas McPhail de manera que se puedan camuflar en el entorno para atraer a los antofilos y así lograr mejores resultados.
- Se debe seguir explorando el área en busca de nuevos relictos de bosque teniendo en cuenta las áreas denominadas matorrales.
- Es necesario en próximos estudios, realizar jornadas de campo más largas que abarquen las estaciones completas, con el propósito de obtener mayor número de capturas de las especies que solo hicieron presencia con un individuo.
- Para entender mejor la diversidad de abejas que habitan los bosques secos se deben realizar estudios sobre la biología, comportamiento, visitantes florales y nidificación, de esta manera obtener información que nos permita comparar resultados.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Amat-García, G., Andrade-C. G., Amat-García, E. (2007). *Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia*. Colombia: Panamericana Formas e Impresos.
- Aldana, J. Cure, J.R., Almanza M.T., Vecil, D. y Rodríguez, D. (2007). Efecto de *Bombus atratus* (HYMENOPTERA: APIDAE) sobre la productividad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Agronomía Colombiana*. 25(1): 62-72.
- Alexander, B. y Michener, C.D. (1995). Phylogenetic studies of the families of shorttongued bees (Hymenoptera, Apoidea). *The University of Kansas Science Bulletin* 55(11): 377- 424.
- Bonilla-Gómez, A. y Nates-Parra, G. (1992). Abejas euglossinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. *Caldasia* 17(1): 149 - 172.
- Borror, D. J., y White, R. E. (1998). *A field guide to insects: America north of Mexico*. Estate United of America: Peterson Field Guides.
- Camargo, J.M.F. y Roubik, D.W. (2005). Neotropical Meliponini: Paratrigonoides mayri, new genus and species from western Colombia (Hymenoptera, Apidae, Apinae) and phylogeny of related genera. *Zootaxa* 1081: 33–45.
- Cardona, J. y Arango, C.I. (1983). *Inventario de la fauna apoidea (Insecta: Hymenoptera) del Valle de Aburrá y sus relaciones con la flora*. Tesis pregrado no publicada, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

- Colwell R. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1. (Internet). Revisado el 2 de febrero de 2015 de <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.
- Discover Life, (2015). *Bee Species Guide (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)* [WWW document]. URL, 15 de marzo del 2015 de <http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Apidae>.
- Engel, M.S. (1997). *Ischnomelissa*, a new augochlorine bee genus (Halictidae) from Colombia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 32: 41–46.
- Engel, M.S. (2009). Notes on the augochlorine bee genus *Chlerogas* (Hymenoptera: Halictidae). *Caldasia* 31: 449–457.
- Engel, M.S. (2010). Revision of the bee genus *Chlerogella* (Hymenoptera, Halictidae), part II: South American species and generic diagnosis. *ZooKeys* 47: 1 100.
- Engel, M.S. y González, V.H. (2009). A new species of *Chlerogas* from the Andes of central Colombia (Hymenoptera: Halictidae). *Caldasia* 31: 441–447.
- Fernández, F. y M. Sharkey. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá, Colombia, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fernández, D.C. y Zambrano, G. (2011). Abejas silvestres como estrategia de monitoreo de restauración ecológica en tres veredas del corregimiento La Gallera (Tambo-Cauca), zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique. Colombia, *Boletín Científico Centro De Museos Museo De Historia Natural*. 15 (1): 51 – 59

- Garibaldi, L.A. (2013). Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science*. 339, 1608-1611.
- Gasca, H., e Higuera, D. (2010). Protocolos y métodos de colecta para el estudio de artrópodos del dosel en bosque de niebla del neotrópico. *Revista Colombiana. Ciencia Animal*, 2(2): 385-398
- González, V.H. (2000). *El género Oxytrigona Cockerell, 1917 (Hymenoptera. Apidae: Meliponini) en Colombia*. Trabajo de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- González, V.H. (2004). A new species of Acamptopoeum from Colombia (Hymenoptera: Andrenidae: Panurginae). *Caldasia* 26: 239–243.
- González, V.H., Ascher, J.S. y Engel, M.S. (2012a). 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. *Journal of Natural History* 46: 2919–2934.
- González, V.H. y Engel, M.S. (2004). The Tropical Andean bee fauna (Insecta: Hymenoptera: Apoidea) with examples from Colombia. *Entomologische Abhandlungen* 62(1): 65–75.
- González, V.H., Ospina, M. y Benett D.J. (2005). *Abejas altoandinas de Colombia: Guía de campo*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander Von Humboldt”.
- González, V.H. (2006). Dos especies nuevas de abejas de la ciudad de Bogotá (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 32: 93–96.

- González, V.H. (2010). Una especie nueva de *Lestrimelitta* y un cambio de nombre en *Lasioglossum* (Hymenoptera: Apidae, Halictidae)". En Colombia. *Revista Colombiana De Entomología* 36: 319 – 324.
- González, V.H. y Engel, M.S. (2011). *Andinopanurgus*, a new Andean subgenus of *Protandrena* (Hymenoptera, Andrenidae). *ZooKeys* 126: 57–76.
- González, V.H. y Engel, M.S. (2012). A new species of *Geotrigona* Moure from the Caribbean coast of Colombia (Hymenoptera, Apidae). *ZooKeys* 172: 77–87.
- González, V.H. y Flórez, J. (2011). *Leioproctus rosellae* sp. n., the first record of the genus from northern South America (Hymenoptera, Colletidae). *ZooKeys* 141: 71–77.
- González, V.H. y Griswold, T. (2011). *Heriades tayrona* n. sp., the first Osmiine bee from South America (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 84: 255–259.
- González, V.H. y Griswold, T. (2012). New species and previously unknown males of neotropical cleptobiotic stingless bees (Hymenoptera, Apidae). *Caldasia* 34: 227– 245.
- González, V.H. y Griswold, T. (2013). Wool carder bees of the genus *Anthidium* in the Western Hemisphere (Hymenoptera: Megachilidae): diversity, host plant associations, phylogeny and biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society* 168: 221–425.
- González, V.H., y Ospina, M. (2006). Nuevos registros genéricos de abejas (Hymenoptera: Apoidea) para Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 11(suppl.1): 89–90.

- González, V.H., Ospina, M. y Palacios, E. (2007). Nesting habitats and rates of cell parasitism in some bee species of the genera *Ancyloscelis* *Centris* and *Euglossa* (Hymenoptera: Apidae) from Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 8(2): 23–29.
- González, V.H. y Ruz, L. (2007). New enigmatic Andean bee species of *Protandrena* (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae). *Revista Brasileira de Entomología* 51: 397–403.
- González, V.H. y Sepúlveda, P.A. (2007). Una especie nueva de *Geotrigona* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini), con comentarios sobre el género en Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 12: 103–108.
- González, V.H., Sepúlveda, P. y Griswold, T. (2012b). Taxonomic notes on American *Heriades* Spinola, 1808 and *Leioproctus* Smith, 1853 (Hymenoptera: Megachilidae, Colletidae). *Zootaxa* 3591: 75-78.
- González, V.H. y Vélez D. (2007). Una especie nueva de *Paratrigona* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini), con una sinopsis del género en Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 8(2): 9–13.
- González, V.H. y Roubik, D. (2008). Especies nuevas y filogenia de las abejas de fuego, *Oxytrigona* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). *Acta Zoológica Mexicana* 24(1): 43-71.
- Griswold, T., Parker, F., y Hanson, P. (1995). The Hymenoptera of Costa Rica. *Oxford University Press, Oxford*. 650 – 691.

- Hernández, E.J., Roubik, D.W. y Nates-Parra, G. (2007). Morphometric Analysis of Bees in the *Trigona fulviventris* Group (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 80(3): 205–212.
- Holdridge, L. R. (1978). *Ecología Basada en Zonas de Vida*. San José Costa Rica: IICA – OEA.
- Liévano, A., Ospina, R. and Nates, G. (1994). Distribución altitudinal del género *Bombus* en Colombia (Hymenoptera: Apidae). *TRIANEA* Vol 4: 541-550.
- Magurran, A.E. (2004) *Measuring biological diversity*. Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Michener, C.D. (1977). Nests and seasonal cycle of *Neocorynura pubescens* in Colombia (Hymenoptera: Halictidae). *Rev. Biol. Trop.* 25: 39-42.
- Michener, C.D. (2007). The Bees of the World. *Johns Hopkins University Press*. (1): 913.
- Moure J.M., Urban D., y Melo G.A.R. (2007) *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*, Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia.
- Moreno, C. (2001). “Métodos para medir la biodiversidad”. *M & T-Manuales y tesis*, Vol. 1. Zaragoza, SEA.
- Nates-Parra, G. (1990). Abejas de Colombia III. Clave para géneros y subgénero de Meliponinae (Hymenoptera: Apidae). *Acta Biológica Colombiana* 2(6): 115-128.

- Nates-Parra, G. y Fernández, F. (1992). Abejas de Colombia II. Claves preliminares para las familias, subfamilias y tribus (Hymenoptera: Apoidea). *Acta Biológica Colombiana*. 2 (7/8): 55 - 89.
- Nates-Parra G. (1995). Notas preliminares sobre la familia Halictidae en Colombia II. Tribu Halictini. *Tacayá* 4: 7 - 8.
- Nates-Parra. G. y González. V.H. (2000). Las abejas silvestres de Colombia: porqué y cómo conservarlas. *Acta Biológica Colombiana* 5: 5-37.
- Ospina-Torres R., y Sandino J. C. (1997). *Eulaema chocoana*, nueva especie de abeja euglosina de la costa pacífica de Colombia. *Caldasia* 19(1/2): 165 - 174.
- Otero, J.T. (1996). Biología de *Euglossa nigropilosa* Moure (Apidae: Euglossinae) I: Características de nidificación en la reserva natural La Planada. *Boletín del Museode Entomología de la Universidad del Valle* 4(1): 1–19.
- Palacios, E.P. (2004). *Estructura de la comunidad de abejas sin aguijón en tres unidades de paisaje del piedemonte llanero colombiano (Meta, Colombia)*. Tesis pregrado. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Peinado, J.E., y Tarazona, A. (1982). *Reconocimiento preliminar de la flora apícola y su interacción con la fauna apoidea en la región de Nuevo Colon (Boyacá)* Tesis pregrado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia.
- Pizano, C. y H. García (Editores). (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia: Ediprint.

- Portal de Datos Sobre Biodiversidad de Colombia SIB, (2015). *Familia: Apidae*. Del 17 de abril del 2015. <http://data.sibcolombia.net/species/28849>.
- Ramírez, S., Dressler, R.L. y Ospina, M. (2002). Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies con notas sobre su biología. *Biota Colombiana* 3(1): 7 -118.
- Ramirez, S. (2005). *Euglossa paisa*, a new species of orchid bee from the Colombian Andes (Hymenoptera: Apidae). *Zootaxa* 1065: 51–60.
- Riveros, A.J., Hernández, E.J. y Nates-Parra, G. (2006). Morphological constraints and nectar robbing in three Andean bumble bee species (Hymenoptera, Apidae, Bombini). *Caldasia* 28(1): 111–114.
- Rodríguez-Parilli, S. A. y Almeida, M. C. (2010). Comunidad de abejas (Apoidea, Anthophila) atraídas por fragancias en un bosque seco tropical de los llanos centrales del Estado Guárico (Venezuela), *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 39 (3-4): 97-107.
- Rodríguez-Parilli, S. A. y Mercedes Velásquez. (2011). Lugares de actividad de las abejas (Hymenoptera: Apoidea) presentes en bosque seco tropical del estado Guáiro, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 29(4).
- Roubik, W.D. (1995). Pollination of cultivated plants in the tropics. *Agricultural Service Bulletin* 118.
- Roubik, D.W., Hanson, P.E. (2004) .Abejas de orquídeas de América tropical: Biología y guía de campo. *Facio, T. trad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, 370*

- Smith-Pardo A. H. (2003). A preliminary account of the bees of Colombia (Hymenoptera: Apoidea): Present knowledge and future directions. *Journal of the Kansas Entomological Society* 76(2): 335-341.
- Smith-Pardo, A.H. y González V.H. (2007). Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. *Acta Biológica Colombiana* 12(1); 43-56.
- Smith-Pardo, A.H. y González V.H. (2007b). Abejas Chilicola (Hylaeosoma) Ashmead (Colletidae: Xeromelissinae) del grupo megalostigma: una especie nueva de Colombia y clave para las especies. *Neotropical Entomology* 36(6): 910–913.
- Smith-Pardo, A.H. y Vélez-Ruiz, R.I. (2008). *Abejas de Antioquia: Guía de Campo*. Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Smith-Pardo, A.H. y González, V.H. (2009). A revision of Neocorynura bees of the joannisi group, with new geographical records for other rare Andean species (Hymenoptera: Halictidae, Augochlorini). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 44: 115–129.
- SPSS para Windows. 7. Versión 20.0 Chicago: SPSS Inc. [programa informático]. Disponible en SPSS Inc. Página web de SPSS disponible en: <http://www.spss.com>.
- Vásquez, A.J. y Correa, A. (1976). Estudio sobre la fauna apoidea y sus relaciones con la flora y el medio ambiente en la región de Llano Grande (Rionegro, Antioquia). Tesis pregrado. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Vélez, D, Pulido-Barrios, (2005). Observaciones sobre la estratificación vertical de abejas euglosinas (apidae: euglossini) en un bosque ripario de la orinoquía colombiana. Caldasia.

Vélez-Ruiz, R. (2009). Una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia. Tesis magister en ciencias-entomología, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Virginia, L. Scott, John, S. Ascher, Terry Griswold, Cesar R. Nufior. (2011). The Bees of Colorado (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) *Museo of Natural History* Vol 23. Boulder, Colorado.

Zambrano, G., González, V.H., Hinojosa, D. y Engel, M. (2013). Bees visiting squash (*Cucúrbita moschata* Duchesne ex Poiret) in southwestern Colombia (Hymenoptera: Apoidea). *Journal of Melittology* 18: 1-5.