

**COMPOSICIÓN TAXONÓMICA, PATRÓN DE FORRAJE Y DISTRIBUCIÓN
DE ABEJAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EN EL PARQUE NACIONAL
NATURAL GORGONA, PACÍFICO COLOMBIANO**

MARCELA GONZÁLEZ CÓRDOBA



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE BIOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI
2012**

**COMPOSICIÓN TAXONÓMICA, PATRÓN DE FORRAJE Y DISTRIBUCIÓN DE
ABEJAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL
GORGONA, PACÍFICO COLOMBIANO**

MARCELA GONZÁLEZ CÓRDOBA

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Bióloga
con mención en Entomología.

Director

JAMES MONTOYA LERMA

Biólogo, Ph. D.

Codirector

VICTOR HUGO GONZÁLEZ BETANCOURT

Biólogo, Ph. D.

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

PROGRAMA ACADÉMICO DE BIOLOGÍA

SANTIAGO DE CALI

2012

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE BIOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI
2012

MARCELA GONZÁLEZ CÓRDOBA. 1990

**COMPOSICIÓN TAXONÓMICA, PATRÓN DE FORRAJE Y DISTRIBUCIÓN DE
ABEJAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL
GORGONA, PACÍFICO COLOMBIANO**

Tema y Palabras clave:

Apiformes, Apidae, Halictidae, Megachilidae, diversidad, riqueza, abundancia.

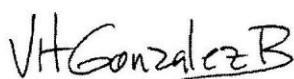
NOTA DE APROBACIÓN

El trabajo de grado titulado **"Composición taxonómica, patrón de forrajeo y distribución de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano"** presentado por la estudiante MARCELA GONZÁLEZ CÓRDOBA para optar por el título de bióloga con énfasis en entomología, fue revisado por el jurado y calificado como:

Aprobado



James Montoya Lerma
Director



Víctor Hugo González Betancourt
Codirector



Jurado

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Valle, el Fondo para la Acción Ambiental y La Niñez, la Fundación Squalus y su proyecto “Valoración ecológica de los objetos de conservación faunística del Parque Nacional Natural Gorgona”, por financiar mi investigación; a los profesores de la Universidad, por enseñarme y guiarme; a los miembros de la Sección de Entomología, por brindar su amable presencia y/o asesoría cuando fue precisa; a las personas que, de forma desinteresada, compartieron su conocimiento conmigo; a mis papás y mi familia por apoyarme siempre y a mis amigos y compañeros.

Específicamente, agradezco al profe James Montoya, por compartirme su tiempo y dirigirme en este trabajo; a Víctor Hugo González por prestarme su atención y conocimientos; al profe Tupac por ayudarme con las euglosinas; a Michael Engel y Allan Smith por asesorarme con algunos halíctidos; a Edier Soto por estar dispuesto a ayudar y por la identificación de las plantas; a Carmen Elisa Posso, que presta ayuda a quien la visite o le pida un favor; a Inge Armbrrecht, por ayudarme con ideas y tomando los datos de cobertura; a la profe María del Carmen Zúñiga, por su amable compañía que alegra las jornadas de trabajo en el laboratorio; a los profes Ranulfo González y Nancy Carrejo, por sus chistes y comentarios que hacen reflexionar sobre la labor del biólogo, a Patricia Chacón, por prestarme el material de “fogging”. A mis compañeros de campo y laboratorio: Beto Calero, Diana Torres, Stephany Valdés, Fabio Sarria, Laura Rengifo, William Cardona, Wendy Vidal y Gustavo Zabala, que hicieron más divertidos los muestreos. A Cristian Salas por ayudarme con las imágenes; a Esther Vallejo por ayudarme con la estadística muy amablemente; a Andrés Felipe Torres, quien elaboró los mapas de los sitios de muestreo en Gorgona; a Marisol Rivera, por presionarme para terminar el trabajo y por ser una amiga y a Julián MENDIVIL por quererme y ayudarme en este camino y por coleccionar especímenes raros.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. MARCO TEÓRICO	6
3.1 Biodiversidad en islas	6
3.2 Isla Gorgona como área protegida.....	6
3.3 Registros de abejas en Isla Gorgona	7
4. OBJETIVOS	9
4.1 General	9
4.2 Específicos	9
5. MATERIALES Y MÉTODOS	10
5.1 Área de estudio	10
5.2 Método de muestreo	15
5.3 Medición de cobertura vegetal y factores abióticos	18
5.4 Determinación del material recolectado	19
5.5 Análisis de datos	20
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
6.1 Diversidad de abejas en el PNN Gorgona	21
6.2 Patrones de forrajeo y actividad de las abejas en sotobosque	36
6.3 Distribución de abejas en el PNN Gorgona	47

6.4 Determinación de los géneros y especies de abejas del PNN	
Gorgona.....	49
7. CONCLUSIONES	62
8. LITERATURA CITADA	63
9. ANEXO A: Abundancia de abejas del muestreo realizado en el PNN	
Gorgona y la proporción sexos	69
10. ANEXO B Principales estructuras de las abejas	71
11. ANEXO C Principales estructuras de las abejas	72
12. ANEXO D Estructuras específicas utilizadas en la clave.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Coberturas y asociaciones vegetales identificadas en Gorgona por la Unidad de Parques Nacionales	11
Figura 2: Paisajes del Grupo Centro: Antigua prisión y El Poblado.....	12
Figura 3: Paisajes del Grupo Norte: Yundigua y El Horno	13
Figura 4: Paisajes del Grupo Sur: Azufrada y Playa Blanca	13
Figura 5: Paisajes del Grupo Palmeras: Piedra Redonda y Playa Palmeras	14
Figura 6: Paisajes del Grupo Cerros: Cerro Trinidad y El Mirador	14
Figura 7: Paisajes de Gorgonilla: Playa y El Faro	15
Figura 8: Trampas utilizadas en cada zona de muestreo	17
Figura 9: Puntos de muestreo en el PNN Gorgona utilizando captura directa	18
Figura 10: Especies de la tribu Meliponini (Apidae) encontradas en Gorgona	26
Figura 11: Especies de la tribu Euglosini (Apidae) encontradas en Gorgona	27
Figura 12: Especies de abejas no corbiculadas de la familia Apidae encontradas en Gorgona	28
Figura 13: Especies de abejas de la familia Halictidae encontradas en Gorgona.....	29
Figura 14: Hábito lateral de <i>Coelioxys</i> sp.....	30

Figura 15: Proporción de los comportamientos sociales en las abejas de Gorgona.....	32
Figura 16: Curva de acumulación de especies, para el muestreo realizado en el PNN Gorgona 2010 – 2011	33
Figura 17: Análisis de agrupamiento simple con índices de Jaccard	36
Figura 18: Distribución de la riqueza de especies de sotobosque en zonas con diferente cobertura vegetal.	38
Figura 19: Espectro de visión de la abeja de la miel	42
Figura 20: Plantas más visitadas por las abejas en el PNN Gorgona	43
Figura 21: Otras plantas visitadas por abejas	43
Figura 22: Algunas plantas visitadas por <i>Trigona guianae</i> en el PNN Gorgona.....	44
Figura 23: Algunas plantas visitadas por machos de <i>Euglossa</i> en el PNN Gorgona.....	44
Figura 24: Distribución espacial de la riqueza de abejas del PNN Gorgona	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Sitios de muestreo por grupo y sus coordenadas	16
Tabla 2: Intensidad de muestreo para cada zona en el PNN Gorgona	17
Tabla 3: Inventario de abejas del PNN Gorgona	24
Tabla 4: Riqueza esperada y eficiencia de muestreo para Gorgona según diferentes estimadores de riqueza.	34
Tabla 5: Índices de diversidad de las diferentes zonas de muestreo por grupos	35
Tabla 6: Cobertura de dosel y la riqueza de especies en cada zona	37
Tabla 7: Correlación de Spearman (r_s) entre la cobertura de dosel y el número de especies encontradas en cada sitio de muestreo.....	38
Tabla 8: Especies de abejas capturadas con nebulización de dosel por Pimienta et al. 2008	39
Tabla 9: Plantas visitadas por abejas en el Parque nacional Natural Gorgona	40
Tabla 10: Distribución horaria de los picos de actividad de forrajeo en sotobosque de las abejas del PNN Gorgona, expresado en número de individuos.....	46
Tabla 11: Riqueza de especies distribuidas en cada grupo	48

1. RESUMEN

Las abejas son el grupo más importante de polinizadores en el reino animal y modulan gran cantidad de procesos y funciones de los ecosistemas. Ésta es una de las razones por las cuales el conocimiento de las especies de abejas y su papel dentro de sistemas ecológicos particulares, tales como las islas, es fundamental. El presente estudio buscó identificar las especies de abejas que están jugando un papel importante en las tramas tróficas del Parque Nacional Natural Gorgona (PNN) y explorar sus hábitos alimenticios. Para ello se realizaron tres salidas de campo, en las cuales se muestrearon seis zonas del PNN Gorgona. En cada salida se hicieron transectos de longitud indefinida para muestreo directo, se instalaron trampas McPhail con atrayentes aromáticos, trampas Van Someren Rydon con material orgánico descompuesto, trampas de luz, tazas de colores con fluorescencia y trampas Malaise. Además, se observaron los hábitos de forrajeo en sotobosque (horarios, fuentes alimenticias) de las principales abejas. En total, se recolectaron 608 individuos, identificados en tres familias, 21 géneros y 37 especies, encontradas principalmente en los horarios de mayor temperatura y que se alimentan, principalmente, de flores blancas y amarillas en zonas de menor cobertura de dosel, en sotobosque. Se concluye que las diferentes características de Gorgona, permiten que una gran cantidad de abejas interactúen y proliferen explotando los recursos necesarios y disponibles para su desarrollo y supervivencia. Por lo que sería conveniente continuar con la recuperación ambiental y el monitoreo de insectos al interior del parque.

Palabras clave:

Apiformes, Apidae, Halictidae, Megachilidae, diversidad, riqueza, abundancia.

2. INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica es entendida como la variabilidad de organismos vivos, los ecosistemas que habitan y las diversas combinaciones de genes que los conforman; esta variedad es el resultado de millones de años de interacciones entre lo vivo y lo no vivo y se le atribuye un valor *per se* (por el simple hecho de existir); así mismo, representa un beneficio para la humanidad y el sostenimiento de la vida en la tierra, al mantener el equilibrio y el funcionamiento de los ecosistemas, enriquecer las relaciones ecológicas y permitir al hombre diversificar sus recursos en torno a una explotación sostenible. La diversidad se mide en términos de número de especies y abundancia de las mismas, teniendo en cuenta su proporción y, en algunos casos, su distancia filogenética (ONU 1992).

Existen ciertos lugares que, por sus características históricas, geográficas, topográficas y climáticas, sostienen una diversidad biológica única y requieren tratamientos especiales para la conservación de su riqueza. Una de las zonas más diversas y menos exploradas, es la selva de la costa pacífica o Chocó biogeográfico en Colombia, por lo que se deben aumentar los esfuerzos en el descubrimiento y conocimiento en estos paisajes inmensamente ricos en fauna y flora. Entre otras cosas, se deben auspiciar, en zonas escasamente conocidas, los estudios taxonómicos, que permitan a los científicos un marco para reconocer, interpretar y valorar la biodiversidad y constituyan la piedra angular para las investigaciones en la ecología y la conservación (Iriondo 2000).

Las abejas son un grupo monofilético que pertenece al orden Hymenoptera. Se clasifican dentro del suborden Apocrita (con cintura de avispa) infraorden Aculeata (ovipositor modificado en forma de aguijón). Se diferencian de las avispas y hormigas por tener la tégula separada del pronoto que forma un lóbulo. Además, como sinapomorfias, poseen pelos plumosos y el basitarso posterior más ancho que los demás tarsómeros (Michener 2007). En su mayoría, con excepción de algunos grupos especiales (necrófagas o depredadoras), son fitófagas que explotan gran variedad de recursos vegetales desde polen y néctar para alimentación, hasta resinas y aceites para la elaboración de nidos. El aprovechamiento de esta variedad de fuentes vegetales ha permitido gran especialización y coevolución con las angiospermas, de tal forma, que se ha favorecido su aparato bucal modificado (lamedor masticador); estructuras de almacenamiento y acarreo de polen, aromas, resinas y aceites como la corbícula (estructura en forma de cuchara en la tibia posterior); las escopas (agrupaciones de setas plumosas con cargas electrostática y altamente hidrófobas); las hendiduras y penachos para transporte de aromas; entre otras. Gracias a las diversas adaptaciones morfológicas y otras de comportamiento, se les considera los polinizadores más eficientes (Roubik 1989) en todo el mundo; visitan el 80% de las plantas entomófilas y polinizan un tercio de las plantas utilizadas por el hombre (Molina 1978).

En el mundo, se han descrito más de 20,000 especies de abejas (González et al. 2005), siendo aparentemente más diversas en las áreas templadas que en los trópicos. Una de las razones más aceptadas para explicar la aparente menor

diversidad de abejas en los bosques neotropicales es el hecho de que la humedad ayuda a la proliferación de hongos en los nidos; no obstante, se estima que, en el neotrópico, puede ser mayor su diversidad y que las cifras actuales sólo representan el alto grado de desconocimiento de nuestra fauna (Roubik 1989; Michener 2007). Es muy común asociar las abejas con el comportamiento social puesto que son más visibles y más explotadas por los humanos, sin embargo, la mayoría de las especies son solitarias y silvestres, lo que hace mucho más difícil el acercamiento a su biología.

En Colombia sólo se conoce cerca del 5% de la apifauna debido a que son muy pocos los trabajos adelantados en taxonomía e inventarios de diversidad. Además, el conocimiento está concentrado en las zonas con mayor población (p.e. zona andina) del país y la mayoría del territorio se encuentra inexplorado. Según Nates-Parra y González (2000), hasta el 2000, se habían registrado 20 especies endémicas para Colombia restringidas, en su mayoría, a los páramos andinos; sin embargo, es posible que existan más endemismos, sobre todo en zonas conservadas.

Las abejas silvestres también son susceptibles a la gran ola de extinción debida, en su mayoría, a la deforestación y a las desapariciones locales de la vegetación que ellas frecuentan o donde nidifican (Nates-Parra & González 2000). Según el Libro Rojo de los invertebrados terrestres de Colombia (Amarillo et al. 2007) hay 11 especies de abejas categorizadas con alguna amenazadas de extinción, sin embargo este dato se basa en las experiencias de los autores y no en un estudio detallado, por lo cual el listado podría ser más extenso.

Los fenómenos adaptativos que se dan en contexto de aislamiento, como es el caso de la Isla Gorgona, generan una diversidad única en los ecosistemas. Sin embargo, esta diversidad es altamente susceptible a la extinción frente a cambios drásticos o perturbaciones del ambiente, con lo cual se hace extremadamente necesario conocer la riqueza y el comportamiento de los organismos en estos ecosistemas y así tener bases para conservar dicha diversidad y evaluar los cambios a lo largo de la historia. De acuerdo con esto, se realizó este estudio, con el fin de llenar un vacío de conocimiento de las abejas, importantes moduladores ecológicos en una zona sustancialmente única.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Biodiversidad en islas

Las islas son porciones de tierra aisladas que, dependiendo de su historia, albergan fauna y flora con características especiales. Muchos ensamblajes de fauna y flora insulares son endémicos, como es el caso de las islas Galápagos, Australia, Papúa Nueva Guinea, las Filipinas, las Canarias, entre otras (Adler 1994; Crisp et al. 2001). La característica de endemismo se da por el efecto de aislamiento que favorece adaptaciones y coadaptaciones no presentes en otras partes por la alta tasa de flujo génico (en la mayoría de los casos de endemismos no hay flujo), por esta razón se requiere prioritariamente la investigación en zonas aisladas y preservadas como Gorgona, en donde su historia podría haber generado endemismos de insectos sobre todo si se tiene en cuenta la vegetación tropical relativamente bien conservada (Hernández et al. 1992).

3.2 Isla Gorgona como área protegida

Algunos autores (Gansser 1950; Nygren 1950; Haffer 1970, citados en Cavelier & Yockteng 1996) consideran a Gorgona como una isla de origen continental que perteneció a una cordillera naciente de la serranía del Baudó - Los Saltos. Durante el Pleistoceno, la isla estuvo unida al continente lo que generó un intercambio de fauna y flora por lo que su composición vegetal es muy similar a la de Tumaco en la costa colombiana (Cavelier & Yockteng 1996). Por otro lado, se plantea que es una isla de origen volcánico, posiblemente la continuidad de una cuarta cordillera

que existió en el Mioceno, y que, por lo tanto, puede albergar especies de alta rareza biogeográfica, endemismos u organismos vulnerables (Amat et al. 2007; Baena & Alberico 1991).

Hasta hace poco, Gorgona fue una isla prisión y, a partir de 1985, fue declarada área protegida por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de la nación para preservar la riqueza y biodiversidad del bosque tropical y los arrecifes de coral. Durante 25 años la recuperación ha estado en proceso y ahora se tiene un acceso más regulado a la isla, de tal forma se asegura una menor intervención en el ecosistema. Sólo hay una zona en la cual el asentamiento humano está presente (El Poblado) y donde se concentran los efectos de décadas de perturbación. Se ha confirmado que la isla posee fauna endémica, sobre todo de vertebrados terrestres, no obstante, la introducción de animales como el mono capuchino en la época colonial ha afectado de cierta forma el desarrollo y la sucesión de los bosques en esta isla (Aguirre et al. 1990), aunque no hay un precedente de estudios de diversidad exclusivos para insectos, por lo tanto no se tiene un punto de comparación temporal, a excepción de las hormigas (Baena & Alberico 1991; Baena 1992) y los invertebrados acuáticos (Gómez-Aguirre et al. 2009).

3.3 Registros de abejas en Isla Gorgona

Según el proyecto diversidad de insectos de Colombia en el cual se recolectaron muestras de algunos parques nacionales incluido Gorgona (Sarmiento 2003) y una revisión de las abejas silvestres de Colombia depositadas en los principales

museos de Colombia y algunos extranjeros en la tesis de maestría sobre la sistemática de las abejas silvestres de Colombia (Vélez-Ruiz & Smith-Pardo 2009) junto con especímenes de la colección del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia publicados en línea (ICN 2004), para Gorgona existen registros de las familias Halictidae y Apidae. La primera está representada por *Caenohalictus*, *Lasioglossum*, *Caenaugochlora*, *Megalopta* y *Neocorynura* mientras que para la segunda se registran: *Eufriesea*, *Eulaema*, *Lestrimelitta*, *Melipona*, *Nogueirapis*, *Paratetrapedia*, *Plebeia*, *Scaptotrigona*, *Trigonisca*, *Trigona guianea*, *Trigona fulviventris*, *Euglossa ignita*, *Euglossa championi* y *Exaerete smaragdina*. El presente trabajo amplía sustancialmente el conocimiento sobre las abejas de Gorgona.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- Evaluar la riqueza, distribución y, en lo posible, patrones de forrajeo en sotobosque de las abejas del Parque Nacional Natural Gorgona (PNNG).

4.2 ESPECÍFICOS

- Registrar la diversidad de abejas del PNN Gorgona.
- Explorar los patrones de forrajeo en sotobosque de las abejas del PNN Gorgona.
- Estudiar la distribución de las especies de abejas del PNN Gorgona.
- Generar una clave taxonómica para géneros y algunas especies de abejas del PNN Gorgona.

Hipótesis

H_A : Teniendo en cuenta que la proliferación de plantas perennes y herbáceas es mayor en terrenos con alta incidencia de luz y que este tipo de plantas produce flores ricas en néctar y otras en polen, se presume que la cobertura y el estado de sucesión vegetal influyen en la abundancia y diversidad de especies silvestres de abejas. Se espera encontrar una mayor abundancia de abejas en zonas con altas incidencias de luz (menor cobertura de dosel) que en zonas con bajas incidencias de luz (mayor cobertura de dosel).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

Gorgona se encuentra aproximadamente a 56km de la costa de Guapi y pertenece al departamento del Cauca. Junto con Gorgonilla, encierra 49.200 hectáreas.

Presenta una precipitación media anual de 6.694 mm y su temperatura promedio es de 27°C; características que la catalogan como bosque muy húmedo tropical según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967). Su vegetación presenta diferentes estados sucesionales, entre los que se destacan bosque secundario, bosque ralo, asociaciones de plantas nativas, zonas de cultivos, comunidades pioneras e intermedios (Figura 1) (Aguirre et al. 1990). La altura máxima (338 msnm) de la isla corresponde al cerro Trinidad.

Para propósitos del presente estudio se identificaron y agruparon, según su posición y altura, los siguientes sitios de muestreo (Tabla 2): 1) Grupo Centro: El Poblado, La Chonta y El Acueducto, 2) Grupo Norte: Yundigua y El Horno, 3) Grupo Sur: Playa Blanca y Azufrada, 4) Grupo Cerros: Cerro Trinidad, Cerro Micos y Cerro El Mirador, 5) Grupo Palmeras: La Ventana, La Camaronera, Playa Palmeras y Piedra Redonda y por fuera de los grupos 6) la isla Gorgonilla.



Figura 1. Coberturas y asociaciones vegetales identificadas en Gorgona por la Unidad de Parques Nacionales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Parques Nacionales de Colombia. Mapa de cobertura vegetal. Escala: 1: 50,000. Junio de 2005. Versión digital a color.

El Poblado corresponde a la zona más intervenida de la isla en donde tiene lugar gran cantidad de actividades turísticas. Se conecta con los demás sitios por medio de caminos o senderos. Cercano al Poblado se encuentra el sendero La Chonta que rodea cierta parte de la antigua prisión (Figura 2) y está bien demarcado por los trabajadores del Acueducto cuyo afluente principal, provee a la parte poblada con agua potable. La vegetación dominante de esta parte, que corresponde a la zona central, es de Malpigiaceae y Cecropiaceae y en cuanto a la zona arbustiva se encuentran parches de *Piper* (Piperaceae), *Wedelia brasiliensis* (Asteraceae), *Hibiscus* (Malvaceae) e *Hyptis* (Lamiaceae).



Figura 2. Paisajes del Grupo Centro: Antigua prisión y El Poblado.

Yundigua es una playa, en su mayoría, rocosa (Figura 3) y el sendero desde el Poblado hasta Yundigua se encuentra bastante irrigado por quebradas, predomina la vegetación mediana (aproximadamente 20m) y helechos, también parches de *Cespedesia macrophylla* (Ochnaceae), mientras que en sotobosque hay dominancia de melastomatáceas.



Figura 3. Paisajes del Grupo Norte: Yundigua y El Horno.

Playa Blanca (Figura 4) abarca una gran extensión de arena y corresponde al coral más conservado de la isla. El sendero desde El Poblado se encuentra altamente inundado por pantanos a causa de las lluvias, dentro de su vegetación dominante se encuentran parches de *Inga edulis* (Fabaceae) y *Palicourea triphylla* (Rubiaceae) y parches herbáceos de *W. brasiliensis* y *Rhynchospora* sp. (Cyperaceae), con parches grandes de vegetación para forrajeo de abejas generalistas y mucha irradiación. En el camino desde El Poblado a Playa Blanca se encuentra La Azufrada (Figura 4) cuya vegetación es mucho más alta y cuenta con menor radiación solar.



Figura 4. Paisajes del Grupo Sur: Azufrada y Playa Blanca.

Playa Palmeras (Figura 5), es una de las playas más visitadas y se encuentra en la cara más afectada por los vientos (barlovento), su vegetación es bastante heterogénea y presenta gran abundancia de *Cocos nucifera* (Arecaceae), *Hibiscus*, *Canavalia marítima* (Fabaceae) e *Hyptis*. Cercanas a ella se encuentran sendero a Piedra Redonda con poca formación herbácea. Piedra Redonda, en cambio es basta en gramíneas y arbustos como *W. brasiliensis*, *I. edulis* y *Miconia* sp. (Melastomataceae).



Figura 5. Paisajes del Grupo Palmeras: Piedra Redonda y Playa Palmeras.

En los cerros Trinidad y Micos, la temperatura es notablemente más baja y en el sendero desde El Poblado hacia la cima predominan helechos y árboles bastante altos (más de 30m). Otro cerro es el Mirador (Figura 6) que alcanza 240msnm.

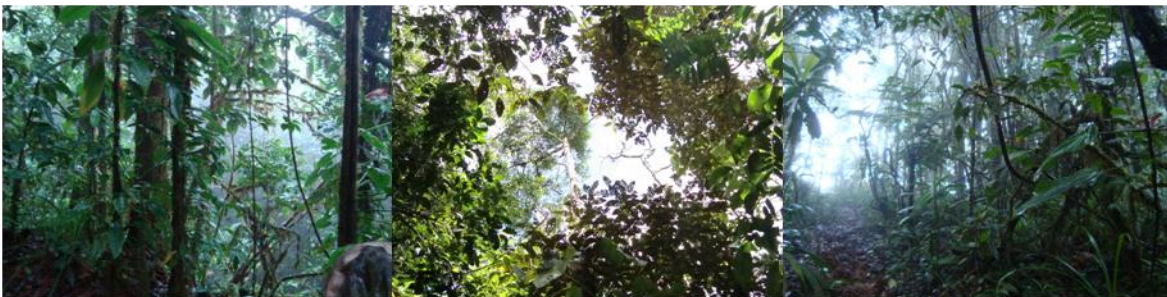


Figura 6. Paisajes del Grupo Cerros: Cerros Trinidad y El Mirador.

Por otro lado, Gorgonilla (Figura 7) es una pequeña isla deshabitada pero con gran cantidad de basuras y desechos en sus playas, posee un suelo más blando y pendientes inclinadas. En lo alto, se encuentran un faro y desagües que facilitan la proliferación de mosquitos y presenta un bosque tupido y agreste donde anidan pelícanos. Dentro de su vegetación de sotobosque dominan *W. brasiliensis*, *Hibiscus*, *Hyptis* y *C. maritima*.



Figura 7. Paisajes de Gorgonilla: Playa y El Faro.

5.2 Método de muestreo

Se hicieron tres salidas de campo en tres épocas climáticas diferentes: la primera del 16 al 23 de octubre del 2010, con alta precipitación (época lluviosa), la segunda del 22 de febrero al 9 de marzo, de menor precipitación (denominada época seca, aunque por su humedad, se dice que en Gorgona no hay época seca) y la última del 24 al 30 de mayo con lluvias esporádicas (de transición). Para evaluar la riqueza y distribución de abejas en el PNN Gorgona, se trazaron transectos de longitud indefinida. La captura de especímenes se hizo de forma directa con jama y aspirador bucal en sitios escogidos (Figura 9), en los que,

además, se ubicaron: (a) trampas Van Someren Rydon cebadas con pescado, fruta o pollo descompuestos; (b) trampas McPhail con cineol, salicilato de metilo y extracto de clavo; (c) pantallas de luz; (d) Malaise y (e) trampas de luz blanca y negra siguiendo los protocolos propuestos en González et al. (2011) (Figura 8). Con el fin de reconocer los horarios de forrajeo para cada especie encontrada se realizó una observación y búsqueda constante durante todo el tiempo en la zona de muestreo. Por motivos logísticos la intensidad de muestreo no fue la misma en cada sitio y se realizó como se muestra en las Tablas 1 y 2 y las figuras 8 y 9.

Tabla 1. Sitios de muestreo por grupo y sus coordenadas.

GRUPO	SITIO DE MUESTREO	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD
Norte	El Horno	5m	3°0'3"	78°10'21"
Norte	El Horno	68m	3°0'3"	78°10'21"
Norte	Yundigua	40m	2°58'22,3"	78°10'30,5"
Norte	Yundigua	40m	2°58'30,5"	78°10'29"
Sur	Azufrada	13m	2°57'1,6"	78°11'15,2"
Sur	Playa Blanca	13m	2°57'1,6"	78°11'15,2"
Sur	Playa Blanca	3m	2°56'52,7"	78°11'32,4"
Centro	Acueducto	71m	2°58'2,7"	78°10'47,5"
Centro	Acueducto	13m	2°58'3,4"	78°10'45,2"
Centro	Poblado	35m	2°58'4,4"	78°10'42,7"
Centro	Poblado	27m	2°58'7,3"	78°10'36,8"
Centro	La Chonta	13m	2°58'3,4"	78°10'45,2"
Centro	La Chonta	13m	2°58'9,1"	78°10'40,5"
Cerros	Mirador	240m	2°57'9"	78°11'3,6"
Cerros	Mirador	199m	2°57'9,1"	78°11'43"
Cerros	Cerro Micos	246m	2°58'6,4"	78° 11'33
Palmeras	Playa Palmeras	19m	2°56'38"	78°12'8,7"
Palmeras	Playa palmeras	17m	2°56'38,2"	78°12'8,9"
Palmeras	Playa palmeras	44m	2°56'38,6"	78°12'5"
Palmeras	Playa Palmeras	45m	2°57'18,2"	78°11'47"
Palmeras	Piedra Redonda	17m	2°56'38,2"	78°12'8,9"
Gorgonilla	Gorgonilla	82m	2°56'37,9"	78°12'54,3"
Gorgonilla	Gorgonilla	4m	2°56'39,2"	78°12'45"

Tabla 2. Intensidad de muestreo para cada zona en el PNN Gorgona.

Sitio de muestreo	Captura directa (horas)	Van Someren Rydon			Trampas McPhail			Trampas de luz
		pescado	Pollo	fruta	Cineol	Salicilato de metilo	Extracto de clavo	
Grupo sur	15	2	3	5	3	1	1	3
Grupo Centro	14	2	3	5	5	2	2	2
Grupo Palmeras	17	2	3	5	4	1	1	4
Grupo Cerros	14	2	1	6	1	1	1	3
Grupo Norte	10	2	5	4	2	4	4	5
Gorgonilla	8	1	2	3	3	1	1	0



Figura 8. Trampas utilizadas en cada zona de muestreo. a. Trampa Van Someren Rydon; b. Trampa McPhail; c. Pantalla de luz; d. Trampa Malaise; e. Trampa de luz tipo led.

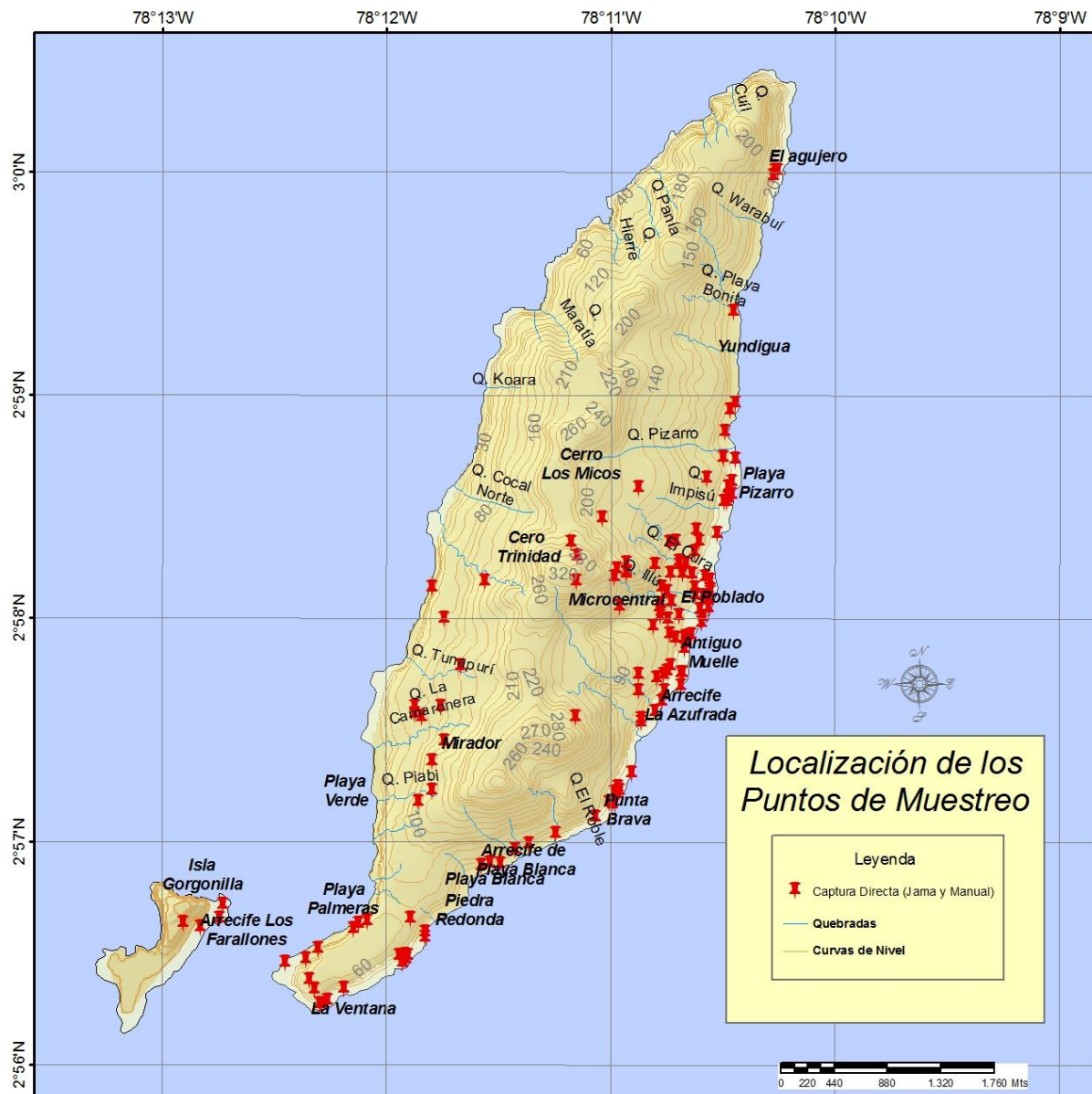


Figura 9. Puntos de muestreo en el PNN Gorgona utilizando captura directa.

5.3 Medición de cobertura vegetal y factores abióticos

Se estimó la cobertura vegetal en las zonas de muestreo mediante un densiómetro esférico, tomando una medida por cada punto cardinal, siete datos diferentes por

zona; uno cada 10m. Se anotaron la fecha, hora y el estado del clima al momento de la recolección u observación de los especímenes.

5.4 Determinación del material recolectado

Las muestras obtenidas se rotularon y preservaron en frascos con alcohol al 80% con excepción de los especímenes más grandes que fueron conservados en seco. En el laboratorio, lo colectado se determinó hasta género mediante las claves de Nates-Parra (2005) y Michener (2007), y hasta especie con las claves de Bonilla-Gómez y Nates-Parra (1992), González et al. (2009) y Engel (2010), algunas identificaciones fueron verificadas por los expertos en abejas Víctor Hugo González (Universidad de Kansas), Joel Tupac Otero (Universidad Nacional de Colombia), Allan Smith Pardo (Universidad de Kansas) y Michael Engel (Universidad de Kansas). Se elaboró un listado de especies encontradas en la isla y, posteriormente, una clave dicotómica para la identificación de géneros y algunas especies del Parque Nacional Natural Gorgona utilizando algunos caracteres morfológicos propuestos en Bonilla Gómez & Nates-Parra (1992), Nates-Parra (2005), Michener (2007) y González et al. (2009).

Se incluyeron, también, en el listado de especies para Gorgona y la clave, muestras o registros de trabajos anteriores (Sarmiento 2003; ICN 2004; Vélez-Ruiz & Smith-Pardo 2009) y se determinó el material colectado mediante nebulización de dosel por Pimienta *et al.* (2008).

5.5 Análisis de datos

Se consideró especie rara a aquella morfoespecie o especie en la que sólo se capturó un máximo de tres individuos en todo el muestreo y se consideró especie exclusiva a aquellas que se encontraron restringidas a un solo sitio, sin importar el número de individuos encontrados. Se calcularon, para cada zona, los índices de Shannon-Wiener y de similitud de Jaccard y se realizó una correlación de Spearman (r_s) entre la cobertura de dosel y la presencia de abejas, con el fin de especular si la cobertura vegetal tiene influencia en la riqueza y abundancia de abejas dentro del PNN Gorgona, también, se realizaron curvas de acumulación de especies y se estimó la efectividad de muestreo con los estimadores Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap; todo esto, mediante el programa estadístico PAST® (Hammer et al. 2001). Y se elaboró un mapa de distribución del número de especies, extrapolando con el programa Surfer (versión 9).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Diversidad de abejas en el PNN Gorgona

En total se colectaron 608 individuos separados en tres familias: Apidae (65%, 453 individuos), Halictidae (32%, 154 individuos) y Megachilidae (3%, un individuo). Se identificaron 21 géneros y 37 especies (15 especies y 22 morfoespecies). Los géneros más abundantes, en cuanto a número de individuos, fueron *Euglossa* (208 individuos), *Trigona* (88 individuos), *Augochlora* (58 individuos), *Megalopta* (56 individuos) y *Trigonisca* (44 individuos) y los de mayor riqueza: *Euglossa* (seis especies), *Augochlora* (cuatro especies) y *Eulaema* (tres especies) (Tabla 3; Anexo A).

En cuanto a individuos capturados, *Euglossa* fue el género más abundante, debido a la utilización de trampas específicas para abejas euglosinas que discriminan a otro tipo de abejas, por lo cual, su efectividad se sumó a la abundancia de las *Euglossa*, encontrando que el atrayente más eficiente en términos de abundancia fue el cineol (208 individuos) y en riqueza fue el extracto de clavo (cinco especies entre *Euglossa* y *Eulaema*).

Por otro lado. Las especies con un solo individuo correspondieron a abejas de hábitos especiales, ya sea porque son solitarias, tienden a forrajear en dosel, son sensibles a perturbaciones ambientales o nidifican en sitios específicos, como los casos de *Ceratina* sp. (solitaria), *Coelioxys* sp. (cleptoparásita), *Exomalopsis* sp. (fue observada forrajando sólo en dosel), *Paratetrapedia* sp. (solitaria),

Chlerogella terpsichore (muy rara en muestreos) y *Xylocopa lachnea* (solitaria, de vuelo alto).

Para Gorgona, los registros de abejas provenientes de datos de museos (capturas ocasionales) y muestreos generalizados no superaban 17 géneros y siete especies, al reunir esos registros con los de este trabajo, que constituye un muestreo focalizado, es posible hacer una mejor caracterización de las abejas del parque. De esta forma, el inventario local de abejas se eleva a 45 especies, reunidas en 28 géneros y tres familias. Se registran algunos géneros y especies que no se habían encontrado en el departamento del Cauca: *Chlerogella terpsichore*, *Coelioxys*, *Exomalopsis* y *Osiris*, y otros que se desconocían para la región Pacífica: *Ceratina*, *Coelioxys*, *Epicharis*, *Exomalopsis* y *Osiris*. Así que, en cuanto a riqueza, el PNN Gorgona alberga el 27% de los géneros y el 7% del total de especies registradas para Colombia, un porcentaje alto considerando su extensión (26 Km²). Esta alta diversidad puede ser explicada por sus características geográficas y climáticas y su historia geológica, que favorecen múltiples interacciones, similar a lo encontrado por Calero (com. pers.), Zúñiga (com. pers.) y Gómez-Aguirre et al. (2009) quienes trabajaron con insectos en el PNN Gorgona y encontraron gran cantidad de especies.

Gorgona hace parte de la región pacífica conocida no sólo por su alta humedad sino también por su inexplorada diversidad. El presente estudio representa información valiosa acerca de la diversidad de abejas de Gorgona y evidencia la falta de estudios comparativos para la zona, pues siendo un isla pequeña y con cierto grado de intervención antrópica (en proceso de recuperación), es de

esperar, que albergue menos diversidad que el Chocó y otras zonas boscosas mejor conservadas de la región pacífica, en algunos casos sin acceso a civiles.

Según Myers et al. (2000) y Conservación Internacional un “hotspot” se define como una zona natural en la que más de 0.5% de su vegetación (plantas vasculares) es endémica y que ha perdido menos del 30% de su vegetación primaria. En esta definición cubre al Chocó biogeográfico en Colombia y más específicamente al corredor Tumbes – Chocó – Magdalena. Éste punto caliente de biodiversidad comprende a lo ancho desde Panamá hasta Magdalena y a lo largo desde el Darién recorriendo toda la costa pacífica colombiana hasta la región Tumbes en Ecuador. Su extensión total es de 274.597 km², casi 100 veces la extensión de Gorgona (Conservación Internacional 2007) y se desconoce aún mucha de su diversidad.

En Colombia se tienen registrados 102 géneros y 604 especies, la mayor riqueza (76%) se presenta en la región Andina con un 30% de la extensión total del territorio nacional (Cantillo & Sánchez 2010). Resulta sorprendente que Gorgona, que representa menos del 1% de la extensión nacional, posea el 27% de los géneros de abejas del país. Si tenemos en cuenta que, en cuanto a estos insectos, los Andes es la zona más estudiada, podemos afirmar que Gorgona es altamente diversa y ofrece suficientes recursos alimenticios que permiten la sobrevivencia y el éxito de las abejas. Por lo tanto, en esta isla se deben continuar los esfuerzos de conservación y aumentar los estudios en el área (región Pacífica), con especial atención en las abejas, las cuales son de vital importancia en el ecosistema.

Tabla 3. Inventario de abejas del PNN Gorgona. Cer.: Grupo Cerros, Gor.: Gorgonilla, Pal.: Grupo Palmeras, GC: zona Centro, GN: zona Norte, GS: zona Sur. * Vélez-Ruiz & Smith-Pardo, 2009; ** ICN, 2004; *** Sarmiento, 2003; **** MUSENUV; +ampliación en la distribución altitudinal en Colombia, ++ nuevo registro para el Pacífico colombiano

Taxón	Distribución altitudinal en la isla	Distribución en el PNN Gorgona
Familia Apidae		
<i>Centris flavifrons</i> Fabricius, 1775	17 – 44 +	Pal.
<i>Ceratina</i> sp.1	13 – 44	GS , Pal. ++
<i>Ceratina</i> sp.2	40	GN ++
<i>Epicharis rustica</i> (Olivier, 1789)	35 – 71 +	GC , Pal. ++
<i>Eufriesea mussitans</i> (Fabricius, 1787)	3	****
<i>Euglossa</i> aff. <i>granti</i>	13 – 330	Cer., GC
<i>Euglossa ignita</i> Smith, 1874	4 – 300	Cer., GC, GN, GS, Gor., Pal.
<i>Euglossa gorgonensis</i> Cheesman, 1929	13 – 45	GC, GS, Pal.
<i>Euglossa championi</i> Cheesman, 1929	13 – 71	GC, GS, Pal.
<i>Euglossa hemichlora</i> Cockerell, 1917	13 – 68	GC, GN, GS, Pal.
<i>Euglossa despecta</i> Moure, 1968	13 – 338	Cer., GC, GS
<i>Eulaema bombiformis</i> (Packard, 1869)	44 – 199	Cer., GC, Pal.
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	68	GN, Gor.
<i>Eulaema leucopyga</i> Friese, 1898	13 – 199	Cer., GS
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1844)	Sin dato	**
<i>Exomalopsis</i> sp.	13 +	GS ++
<i>Lestrimelitta</i> sp.	Sin dato	*
<i>Melipona</i> sp.	Sin dato	La Laguna ***
<i>Nogueirapis</i> sp.1	3 – 240 +	Cer., GS, GC, Gor., Pal.
<i>Nogueirapis</i> sp.2	82 +	Gor.
<i>Osiris</i> sp.	3 – 35 +	GC, GS ++
<i>Paratetrapedia</i> sp.	3 +	GS

Continuación de la Tabla 3

<i>Partamona</i> sp.	Sin dato	La Laguna ***
<i>Plebeia</i> sp.	27 – 241 +	Cer., Z C, Z N
<i>Scaptotrigona</i> sp.	3 – 35	Pal., Z C, Z S
<i>Trigona angustula</i> Latreille, 1811	13 – 300	Cer., Z C
<i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1835	Sin dato	**
<i>Trigona guianae</i> Cockerell, 1910	3 – 300	Cer., Pal., Z C, Z N, Z S
<i>Trigonisca</i> sp.1	17 – 300 +	Cer., Pal., Z C
<i>Trigonisca schulthessi</i>	35 – 338 +	Cer., Pal., Z C, Z N
<i>Xylocopa lachnea</i> Moure, 1951	4	Gor.
Familia Halictidae		
<i>Augochlora</i> sp. 1	3 – 240	Cer., Pal., Z C, Z N, Z S
<i>Augochlora</i> sp.2	3 – 71	Gor., Pal., Z C, Z S
<i>Augochlora</i> sp.3	4 – 44	Gor., Pal., Z C,
<i>Augochlora</i> sp.4	4 – 27	Gor., Pal., Z C, Z S,
<i>Augochloropsis</i> sp.	3 – 44 +	Pal., Z C, Z S
<i>Caenohalictus</i> sp.	Sin dato	*
<i>Caenaugochlora</i> sp.1	13 – 40 +	Pal., Z C, Z N
<i>Caenaugochlora</i> sp.2	13 – 40	Pal., Z N, Z S
<i>Chlerogella terpsichore</i> Engel, 2010	240 +	Cer.
<i>Lasioglossum</i> sp.	4 – 82 +	Gor., Pal., Z C
<i>Megalopta</i> sp.1	13 – 243	Cer., Z C, Z N, Z S
<i>Megalopta</i> sp.2	13 – 169	Cer., Z N, Z S
<i>Neocorynura</i> sp.	Sin dato	*
Familia Megachilidae		
<i>Coelioxys</i> sp.	3	Z S ++

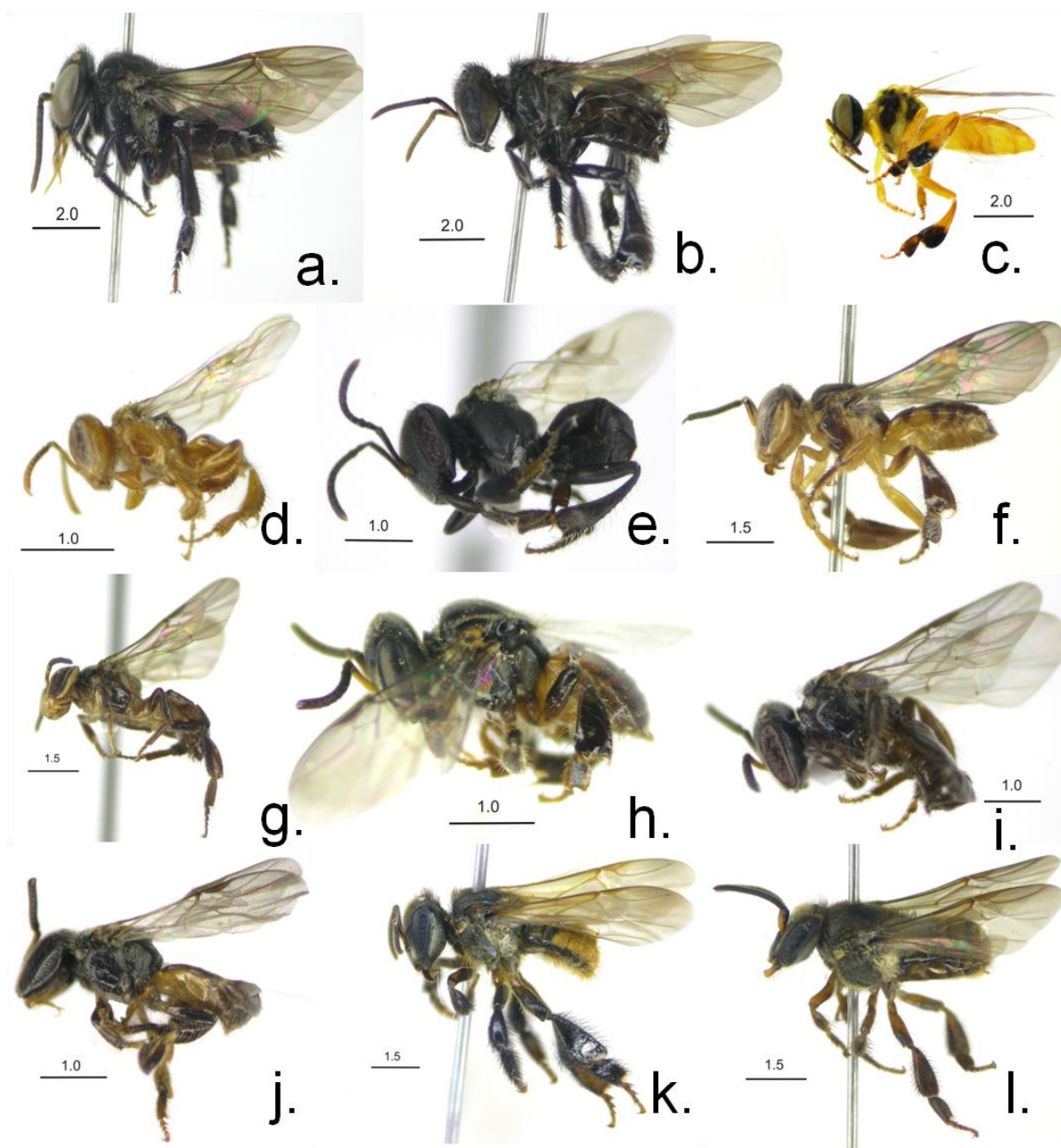


Figura 10. Especies de la tribu Meliponini (Apidae) encontradas en Gorgona.

Trigona guianae, a. macho; b. hembra; c. *Trigona angustula* hembra; d. *Trigonisca* sp.1 hembra; e. *Trigonisca schulthessi* hembra; *Nogueirapis* sp.1, f. hembra; g. macho; h. *Nogueirapis* sp.2 hembra; *Plebeia* sp., i. hembra; j. macho; *Scaptotrigona* sp., k. macho; l. hembra.

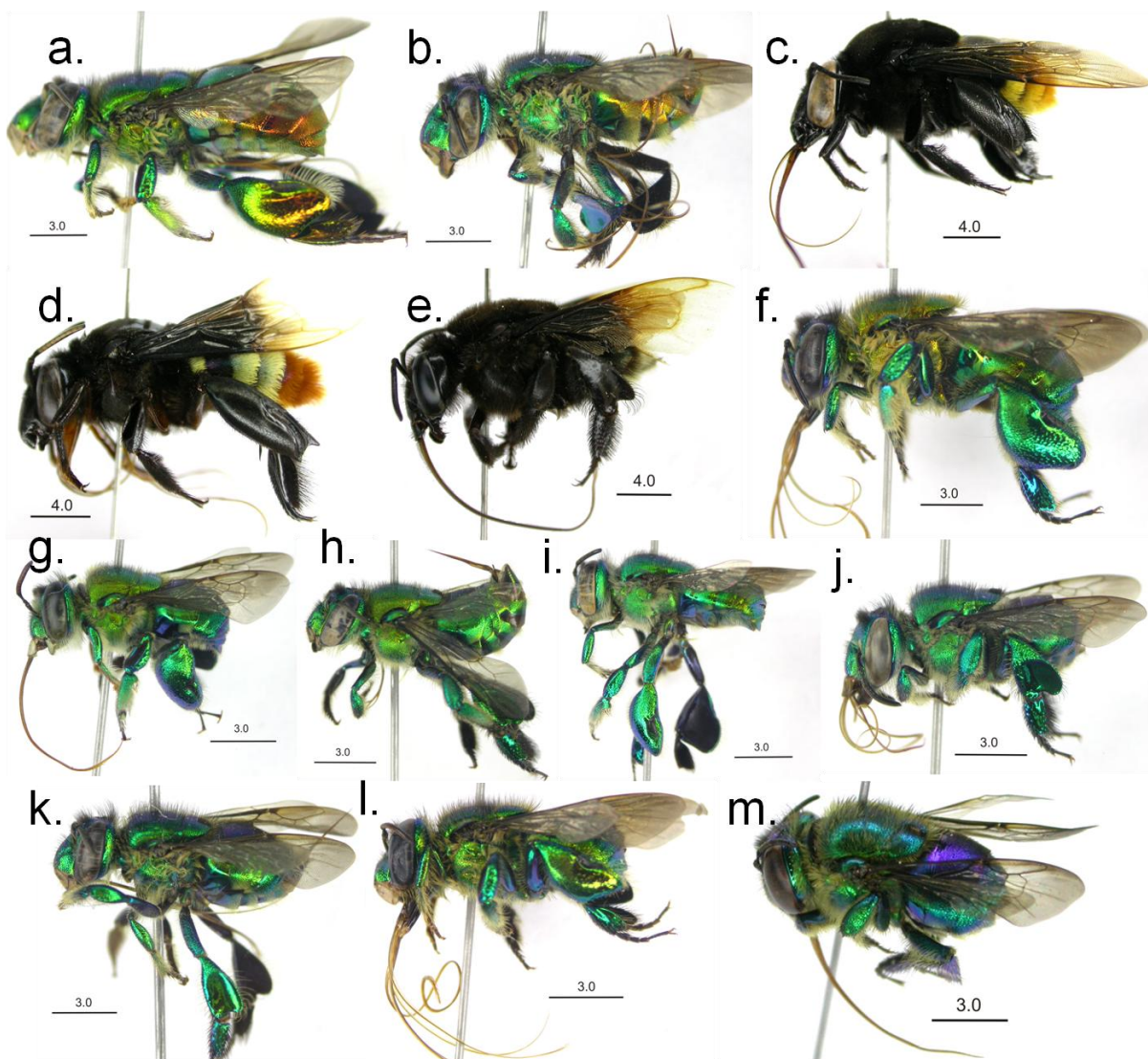


Figura 11. Especies de la tribu Euglossini (Apidae) encontradas en Gorgona.

Euglossa ignita, a. macho; b. hembra; c. *Eulaema cingulata* macho; d. *Eulaema bombiformis* macho; e. *Eulaema leucopyga* hembra; f. *Euglossa championi* macho; *Euglossa hemichlora*, g. macho; h. hembra; *Euglossa despecta*, i. macho; j. hembra; *Euglossa gorgonensis*, k. macho; l. hembra; m. *Euglossa* aff. *granti* hembra.

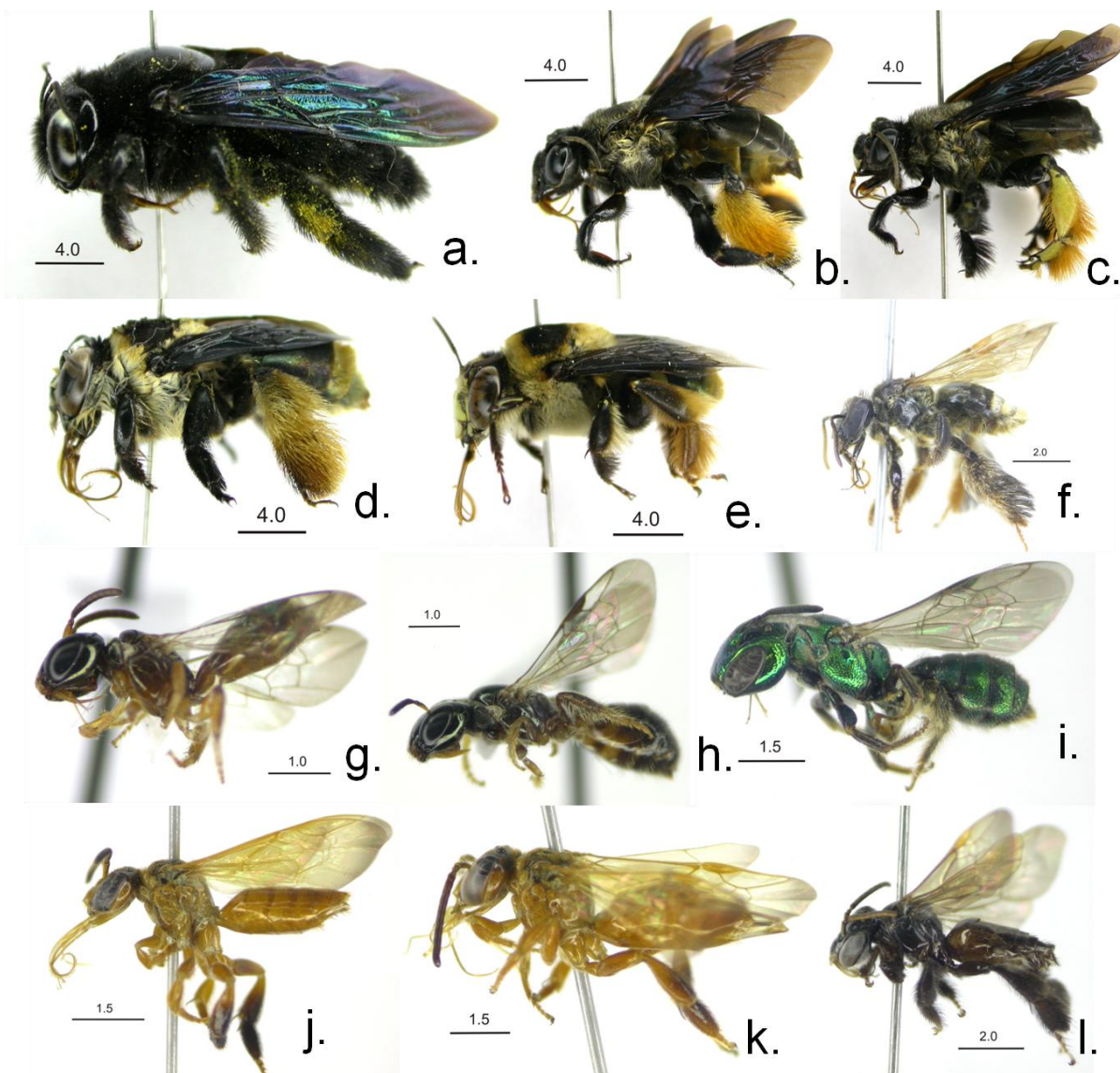


Figura 12. Especies de abejas no corbiculadas de la familia Apidae encontradas en Gorgona. a. *Xylocopa lachnea* hembra; *Epicharis rustica*, b. hembra; c. macho; *Centris flavifrons*, d. hembra; e. macho; f. *Exomalopsis* sp. hembra; *Ceratina* sp.1, g. macho; h. hembra; i. *Ceratina* sp.2 hembra; *Osiris* sp., j. macho; k. hembra; l. *Paratetrapedia* sp. macho.

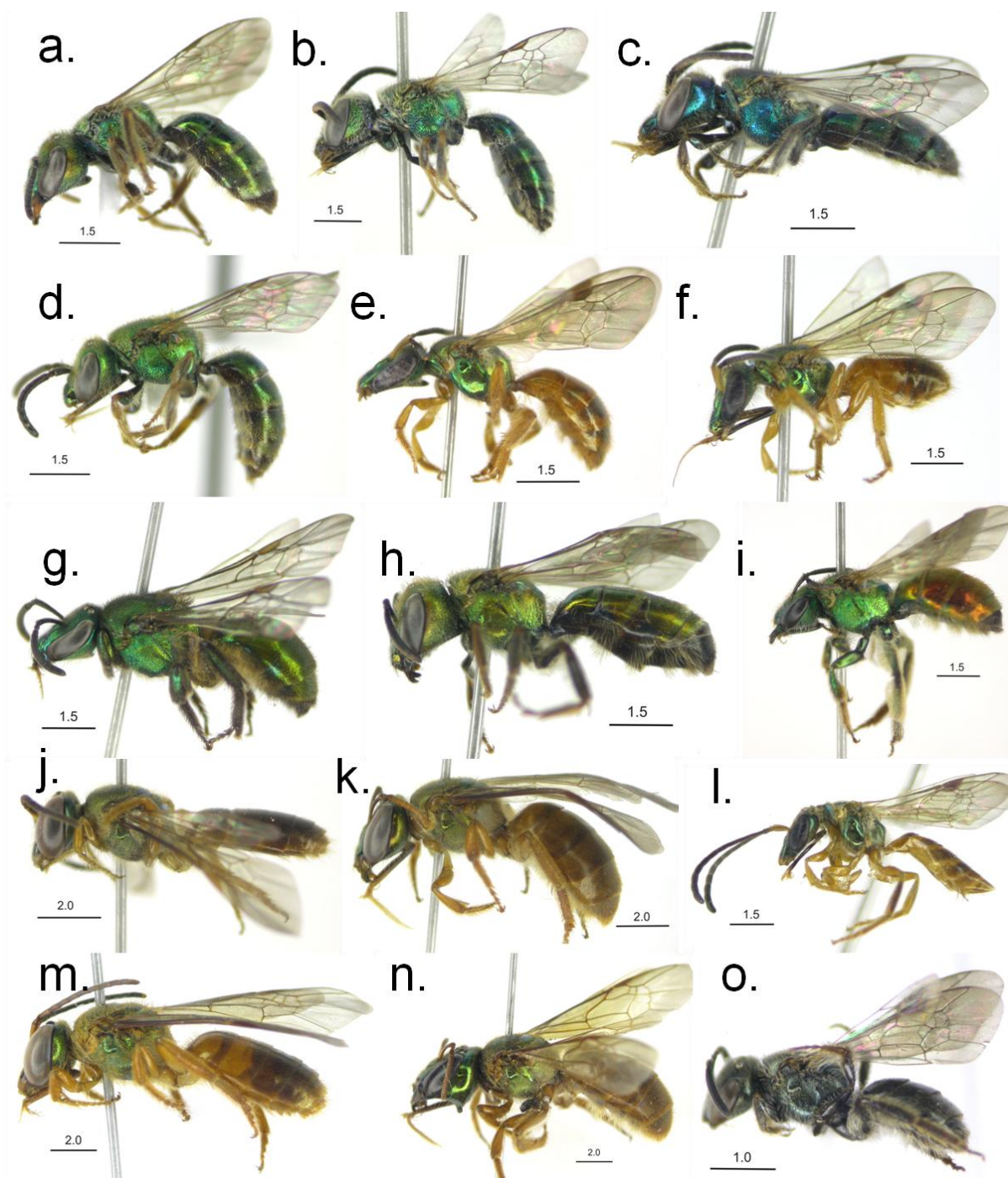


Figura 13. Especies de abejas de la familia Halictidae encontradas en Gorgona.

Augochlora sp.1, a. macho; b. hembra; c. *Augochlora* sp.2 macho; d. *Augochlora* sp.3 macho; *Caenaugochlora* sp.2, e. hembra; f. macho; g. *Caenaugochlora* sp.1 hembra; h. *Augochlora* sp.4 macho; i. *Augochloropsis* sp. hembra; *Megalopta* sp.2, j. macho; k. hembra; l. *Chlerogella terpsichore* macho; *Megalopta* sp.1, m. macho; n. hembra; o. *Lasioglossum* sp. hembra.



Figura 14. Hábito lateral de *Coelioxys* sp. macho.

En abejas, se dan comportamientos solitarios, eusociales y parasociales. Las primeras construyen uno o varios nidos, ya sea con secreciones glandulares o con materiales del medio. En cada nido construyen, dependiendo del grupo, una o varias celdas, las cuales aprovisionan con polen y néctar poniendo un huevo por celda; en este tipo de comportamiento la abeja hembra no cuida a su descendencia. Las abejas eusociales presentan división de labores, separación de castas y superposición de generaciones. La casta reproductiva está conformada por una hembra, longeva y fértil (reina) y los zánganos, que nacen a partir de huevos no fecundados, poseen número haploide, aportan su espermatozoos para generar huevos fecundados y tienen una vida corta. La casta obrera, la integran las obreras que alimentan y cuidan a las larvas, recogen el polen, el néctar, las resinas para el nido, defienden la colonia y son estériles. Entre el comportamiento solitario y el altamente social existen intermedios llamados parasociales como las abejas comunales que no tienen división de castas ni traslape de generaciones pero las hembras comparten, entre otras, el mismo sitio para anidar (O`toole &

Raw 2004). En Colombia lo poco que se conoce de abejas es sobre abejas sociales, en especial, de la tribu Meliponini que son bastante abundantes y comunes tanto en zonas urbanas como en campo, pero que sólo representan cerca del 10% de la apifauna de Colombia. A nivel mundial se registra mayor diversidad de abejas solitarias que sociales y, generalmente, se considera que proporciones diferentes coinciden con alto desconocimiento de la diversidad y bajas abundancias de abejas solitarias en contraste con altas abundancias de abejas sociales. En este estudio se observó, como era de esperar, mayor abundancia de abejas sociales, como también superioridad en la riqueza de especies de las abejas con algún tipo de desarrollo social (Figura 15). A pesar de que esta proporción puede deberse a que el muestreo estuvo enfocado en sotobosque y, por lo tanto, algunas especies quedaron sin incluir. Ciertos autores argumentan que en el neotrópico la riqueza de abejas sociales se debe a una estrategia adaptativa, puesto que los nidos en donde hay cooperación y separación de labores es más factible proteger la progenie (larvas) y el interior del nido del ataque de hongos y microorganismos (Silveira et al. 2002), evidencia de esto podría ser la gran abundancia de las abejas de la tribu Meliponini (Eusociales) en la isla.

Las proporciones de las familias de abejas encontradas en Gorgona concuerdan con estudios anteriores en bosques tropicales (p.e. Smith-Pardo & González 2007; Gonçalves & Brandão 2008; Smith-Pardo & Vélez-Ruiz 2008), en los cuales Apidae presenta la mayor abundancia y riqueza aunque Fernández y Zambrano (2010) observaron mayor riqueza de halíctidos que de ápidos en un parche de

bosque en el departamento del Cauca. Esto último puede deberse a la resolución taxonómica, ya que gran parte de la diversidad observada en ese trabajo la aportaron morfoespecies. En este trabajo, en cuanto a resolución taxonómica, se llegó hasta especie en el 40% de los casos, puesto que se requieren más trabajos taxonómicos que aporten claves para la determinación de las especies, principalmente en Colombia donde quedan muchas especies sin describir (Smith-Pardo, com. pers.).

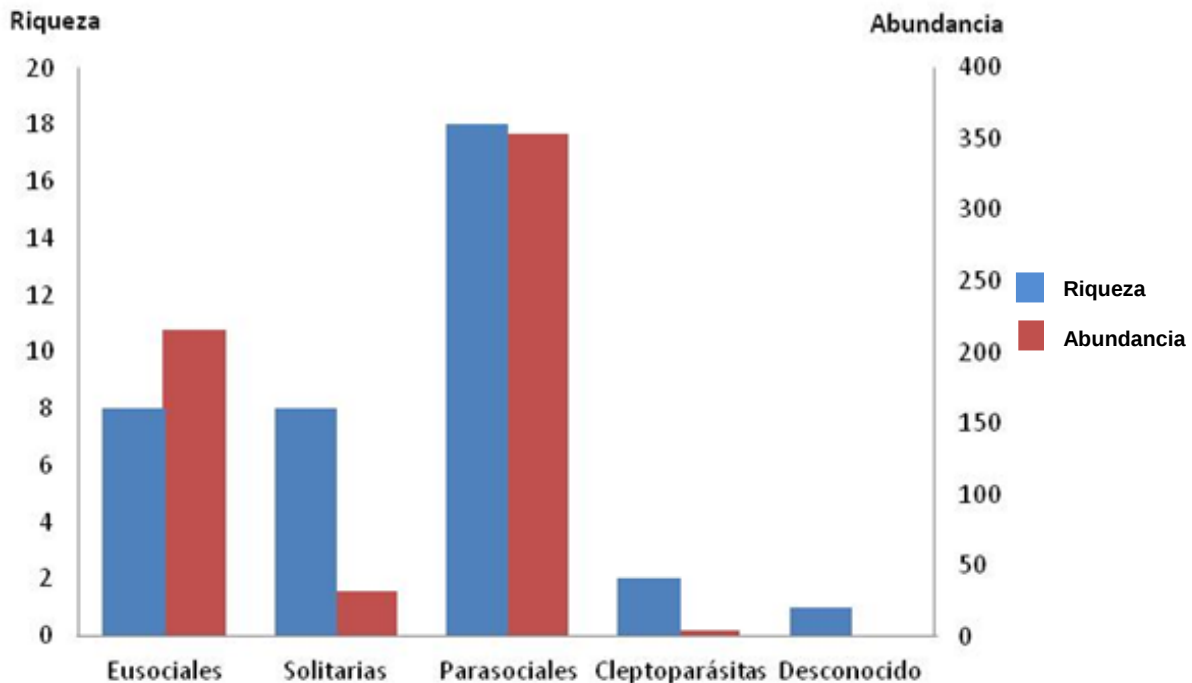


Figura 15. Proporción de los comportamientos sociales en las abejas de Gorgona. En azul, la proporción en términos de riqueza de especies y en rojo, la proporción en términos de abundancia.

Como muestran las curvas de acumulación de especies y los estimadores de riqueza de especies (Figura 16 y Tabla 4) se infiere que los muestreos realizados fueron eficientes (78% – 90%) ya que la curva culminó cerca a la asíntota, más

horizontal en Halictidae que en Apidae y el porcentaje encontrado con respecto al estimado fue alto, sin embargo la riqueza esperada responde a los datos obtenidos con el muestreo realizado, así que sólo es una aproximación estadística a la riqueza real del parque. Por otro lado, algunas razones por las que la eficiencia no fue mayor y también algunas limitaciones para los estimadores pueden ser: la restricción del muestreo por mal clima, el estrato vertical en el que se muestreó (sotobosque) en el cual no se encuentran todas las especies, además de que muchas de las especies de abejas son solitarias y su abundancia y biomasa total es menor, por lo que no son tan conspicuas, al mismo tiempo, que muchas abejas podrían estar habitando zonas específicas en la isla que no se muestrearon como la parte noroccidental de la isla o zonas prístinas como La Laguna.

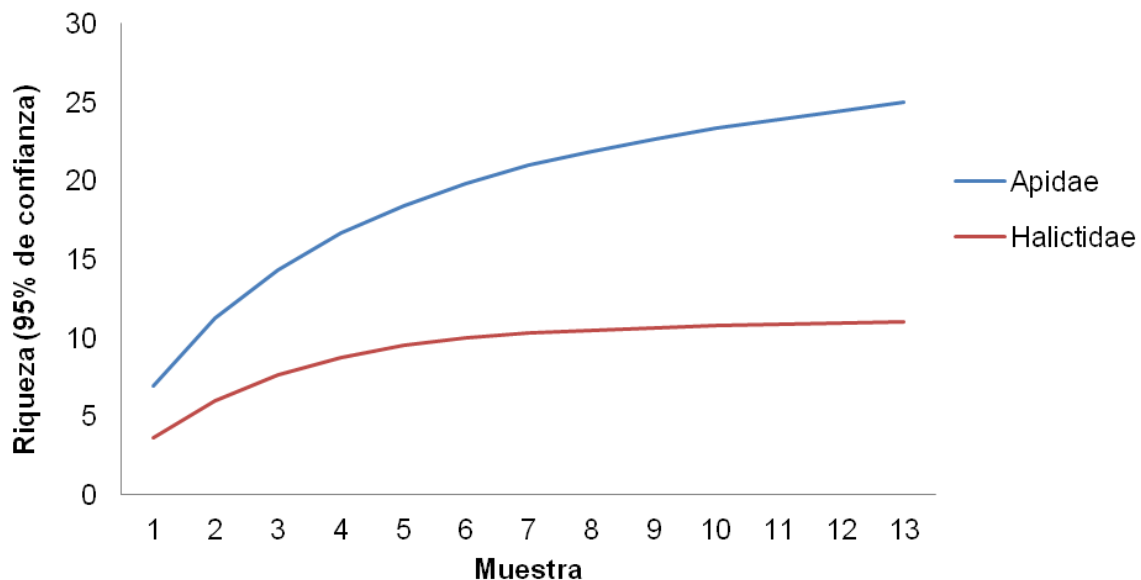


Figura 16. Curva de acumulación de especies, para el muestreo realizado en el PNN Gorgona 2010 – 2011.

Tabla 4. Riqueza esperada y eficiencia de muestreo para Gorgona según diferentes estimadores de riqueza.

Estimador	Riqueza esperada	Eficiencia de muestreo (%)
Chao 2	41.3	89.619
Jackknife 1	44.5	83.146
Jackknife 2	47.3	78.224
Bootstrap	40.7	90.795

El sitio de muestreo con mayor riqueza fue Playa Palmeras (Grupo Palmeras) con 20 especies y 13 géneros y el de mayor abundancia fue La Chonta (Grupo Centro) con 159 individuos. Los sitios más diversos fueron el Grupo Palmeras y el Grupo Sur (Tabla 5) y, teniendo en cuenta los índices de similitud de Jaccard, los sitios fueron relativamente diferentes entre sí a excepción del Grupo Centro y el Grupo Palmeras que presentaron la mayor riqueza y abundancia, mientras que Gorgonilla fue la zona más distante, puesto que no fue incluida en ninguna agrupación por tener conformación espacial y vegetal diferente y estar aislada por el mar de los demás puntos de muestreo, por lo tanto tuvo una menor intensidad de muestreo total, además, presentó algunas especies exclusivas que la separan de los agrupamientos con índices de Jaccard dado que éstos tienen en cuenta la presencia o ausencia de especies (Figura 17).

Tabla 5. Índices de diversidad de las diferentes zonas de muestreo por grupos.

	Grupo Sur	Grupo Centro	Grupo Norte	Grupo Palmeras	Grupo Cerro	Gorgonilla
Riqueza	21	22	13	22	16	8
Individuos	61	324	38	83	76	24
Dominancia_D	0.0825	0.1165	0.1745	0.07389	0.1949	0.2153
Shannon_H	2.725	2.457	2.094	2.795	2.143	1.748
Simpson_1-D	0.9175	0.8835	0.8255	0.9261	0.8051	0.7847
Equitability_J	0.895	0.7949	0.8163	0.9043	0.7729	0.8407

Las características más conspicuas del Grupo Palmeras y el Grupo Sur que los hacen atractivos para las abejas y por lo cual presentaron mayor diversidad, fueron sus grandes parches de vegetación herbácea con entornos boscosos conservados que mantienen heterogeneidad espacial y vegetación para forrajeo y nidificación de las abejas que también se alimentan en dichos parches herbáceos, su ubicación suroriental que facilita la incidencia del sol en horas de la mañana, y occidental en la que incide el sol en la tarde y los mencionados parches permiten que los investigadores capturen la apifauna que forrajea en sotobosque. El Grupo Centro, por su parte, fue la zona ubicada más cercana al campamento, por lo que el camino y la longitud del transecto fueron más cortos, es decir, que se el tiempo utilizado en la búsqueda de abejas fue menor.

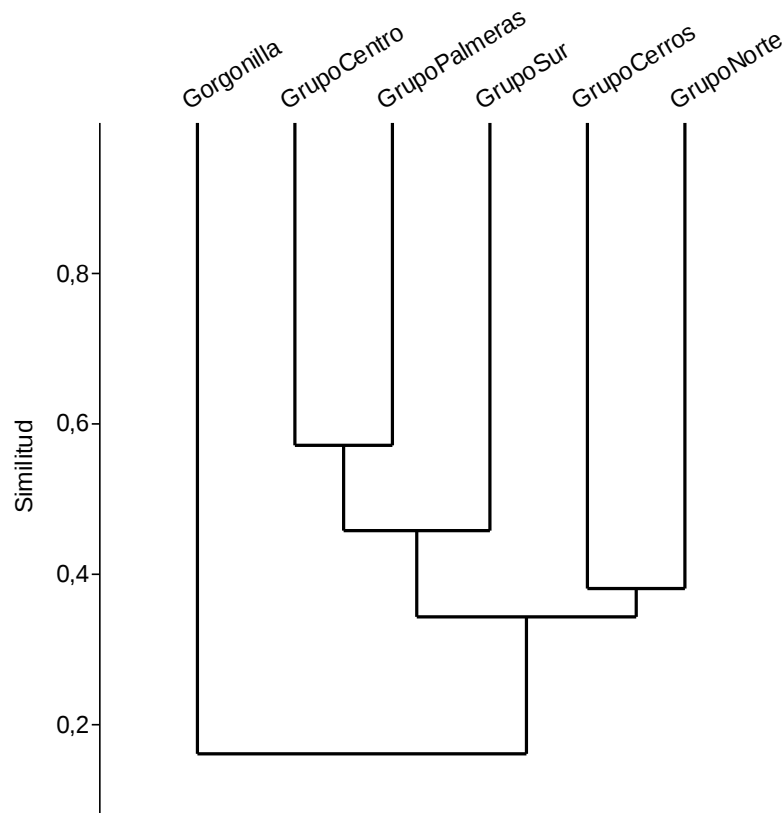


Figura 17. Análisis de agrupamiento simple con índices de Jaccard

6.2 Patrones de forrajeo y actividad de las abejas en sotobosque

Se observó mayor cantidad de abejas forrajeando en días y horarios secos y soleados, así como en zonas despejadas (poca cobertura de dosel) como claros de bosque con abundantes herbáceas. Las más visitadas: *W. brasiliensis*, *Rhynchospora* sp., *I. edulis*, *P. triphylla* e *Hyptis* sp. teniendo mayor cantidad de abejas capturadas forrajeando en ellas, así como censos visuales.

En promedio, la mayor cobertura fue en el Cerro Trinidad de 96.1% y la menor en Piedra Redonda de 40.2% (Tabla 6), con lo cual se encontró una correlación negativa (Figura 18; Tabla 7) entre las variables cobertura y riqueza de abejas y,

por lo tanto, la hipótesis de que la cobertura vegetal influencia la aparición de abejas en sotobosque no se rechaza, basándonos en que la alta cobertura de dosel disminuye la irradianza en estratos verticales más bajos lo que es percibido por semillas y plántulas de herbáceas en la zona y tienden a no germinar ni proliferar, puesto que el espacio está ocupado por otras plantas y habría mayor competencia que en zonas con poca cobertura de dosel donde la luz atraviesa más fácilmente (mucho más en claros de bosque) lo que permite mayor dispersión y crecimiento de plantas de sotobosque (King 1975; Batlla et al. 2000) y al haber gran cantidad de plantas en esta zona las abejas prefieren alimentarse en estas áreas, donde hay mayor disponibilidad de recursos (flores) que serían las áreas con menor cobertura de dosel.

Tabla 6. Cobertura de dosel y riqueza de especies en cada zona.

Sitio por grupos	Cobertura de dosel promedio	Especies totales
Grupo Norte	82.765	13
Grupo Sur	82.18	21
Grupo Centro	80.07	22
Grupo Cerros	91.35	16
Grupo Palmeras	64.355	22
Gorgonilla	79.08	8

A continuación una gráfica que muestra la proporción inversa entre cobertura de dosel y número de especies en cada zona y la prueba de Spearman que muestra la correlación negativa estadísticamente significativa entre la cobertura de dosel y la riqueza de abejas de sotobosque.

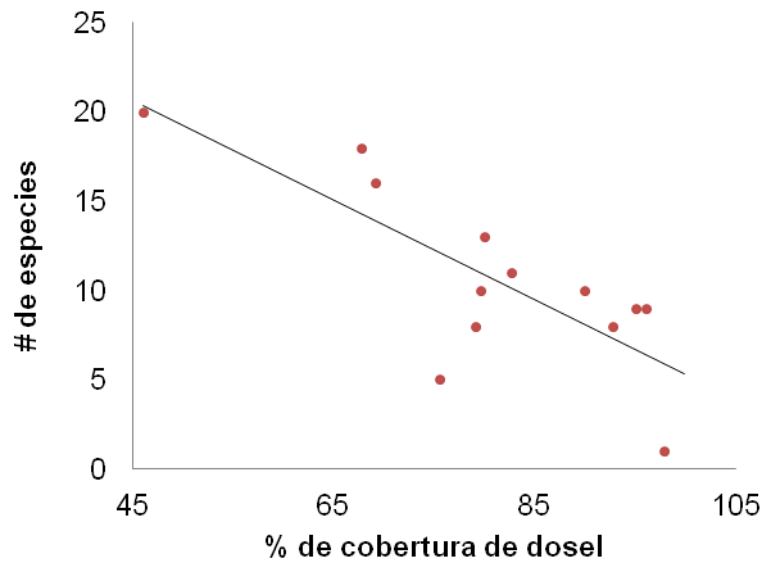


Figura 18. Distribución de la riqueza de especies de sotobosque en zonas con diferente cobertura vegetal.

Tabla 7. Correlación de Spearman (r_s) entre la cobertura de dosel y el número de especies encontradas en cada sitio de muestreo.

	Cobertura de dosel	Riqueza de especies
Cobertura de dosel	0	<u>0,023591</u>
Riqueza de especies	<u>-0,62069</u>	0

A pesar de que abejas fueron más diversas en zonas con menor cobertura de dosel, se debe ser cauto al interpretar este resultado. Esto no significa que en las zonas más intervenidas se observe mayor diversidad de abejas. En realidad, es posible que la disminución en la cobertura en ciertos parches (claros de bosque) facilite la captura de la apifauna presente en dichas áreas. En este trabajo no se evaluó el efecto antrópico, pero sí se observó una preferencia por áreas con alta incidencia de luz en donde había gran disponibilidad de herbáceas con flores.

En el análisis de las preferencias tróficas o de forrajeo sólo se tuvieron en cuenta las plantas de sotobosque y suelo. Aunque se observaron abejas forrajeando en dosel, estos registros no se incluyen porque eventualmente se omitiría importante información acerca de otras plantas del mismo estrato generando interpretaciones inapropiadas o sesgos. Sin embargo, mediante un muestreo con nebulización de dosel realizado por Pimienta y colegas (2008), se logró saber que varias especies de abejas habitan estratos altos de bosque (dosel) desde 1.2m (Tabla 8), siendo en su mayoría machos, ya que se ha documentado que los machos de algunas especies permanecen en las copas de los árboles para descansar.

Tabla 8. Especies de abejas capturadas con nebulización de dosel por Pimienta et al. 2008.

Especie	macho	hembra
<i>Trigona guianae</i>	3	1
<i>Trigonisca schulthessi</i>	1	-
<i>Megalopta</i> sp.1	1	1
<i>Megalopta</i> sp.2	3	-
<i>Neocorynura</i> sp.	-	1
<i>Nogueirapis</i> sp.2	2	-
<i>Caenaugochlora</i> sp.	-	1

Se registraron 31 especies de plantas sobre las que forrajean las abejas de sotobosque en Gorgona. Algunas representan el mayor porcentaje para la alimentación (oligoléticas) y otras son visitadas por abejas generalistas (Tabla 9, Figuras 20-23). De las herbáceas la más abundante y más visitada fue *W. brasiliensis*, al igual que en ésta, se observó mucha actividad de pecoreo en flores

abundantes y pequeñas, ya que en las angiosperma se dan diferentes estrategias reproductivas (refiriéndonos sólo a las melitófilas), una de ellas favorece la visita de abejas a varias flores, teniendo poco néctar disponible en cada flor, pero maximizando la disponibilidad de flores en un área (Fægri & Van der Pijl 1979).

Tabla 9. Plantas visitadas por abejas en el Parque Nacional Natural Gorgona.

Planta	Abejas visitantes
<i>Anthurium</i> sp.	<i>Euglossa</i>
<i>Clibadium surinamense</i> L.	<i>Augochlora</i> , <i>Lasioglossum</i>
<i>Conostegia</i> sp.	<i>Trigona</i> , <i>Scaptotrigona</i>
<i>Cosmibuena macrocarpa</i> (Benth.) Klotzsch ex Walp.	<i>Euglossa</i>
<i>Costus pictus</i> D. Don.	<i>Euglossa</i>
<i>Costus</i> sp.	<i>Trigona</i> , <i>Nogueirapis</i>
<i>Couropita</i> sp.	<i>Trigona</i>
<i>Etlingera elatior</i> (Jack) R.M. Sm.	<i>Trigona</i>
<i>Canavalia maritima</i> And.	<i>Centris flavifrons</i>
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	<i>Trigona</i>
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	<i>Trigona</i>
<i>Hyptis</i> sp.1	<i>Trigona</i> , <i>Lasioglossum</i> , <i>Augochlora</i> , <i>Megalopta</i>
<i>Hyptis</i> sp.2	<i>Trigona</i>
<i>Hibiscus</i> sp.	<i>Augochlora</i> , <i>Xylocopa</i> , <i>Lasioglossum</i>
<i>Inga edulis</i> Mart.	<i>Epicharis rustica</i> , <i>Exomalopsis</i> , <i>Trigona angustula</i> , <i>Trigonisca</i>

 Continuación de la Tabla 9

<i>Ixora coccínea</i> L.	<i>Trigona</i>
<i>Lantana cámara</i> L.	<i>Trigona</i> , <i>Nogueirapis</i>
<i>Miconia</i> sp.1	<i>Trigona</i> , <i>Augochloropsis</i> , <i>Epicharis rustica</i> , <i>Caenaugochlora</i>
<i>Miconia</i> sp.2	<i>Trigona</i>
<i>Palicourea triphylla</i> D.C.	<i>Augochlora</i> , <i>Trigona</i>
<i>Piper hispidum</i> Sw.	<i>Trigona angustula</i>
<i>Piper peltatum</i> L.	<i>Trigona angustula</i>
<i>Psychotria tomentosa</i> (Oerst.) Hemsl.	<i>Euglossa</i>
<i>Psychotria</i> sp.	<i>Trigona</i>
Rubiaceae (<i>Faramea</i>)	<i>Trigona</i>
<i>Rhynchospora</i> sp.	<i>Caenaugochlora</i> , <i>Augochloropsis</i> , <i>Trigona</i>
<i>Solanum</i> sp.	<i>Augochlora</i>
<i>Stachytarphaeta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	<i>Trigona</i>
<i>Terminalia catappa</i> L.	<i>Trigonisca</i> , <i>Nogueirapis</i> , <i>Augochlora</i> , <i>Lasioglossum</i>
<i>Wedelia brasiliensis</i> (Spreng.) S.F.Blake	<i>Augochlora</i> , <i>Augochloropsis</i> , <i>Scaptotrigona</i> , <i>Trigona</i> , <i>Osiris</i> , <i>Nogueirapis</i> , <i>Trigona angustula</i> , <i>Coelioxys</i> , <i>Lasioglossum</i> , <i>Paratetrapedia</i>

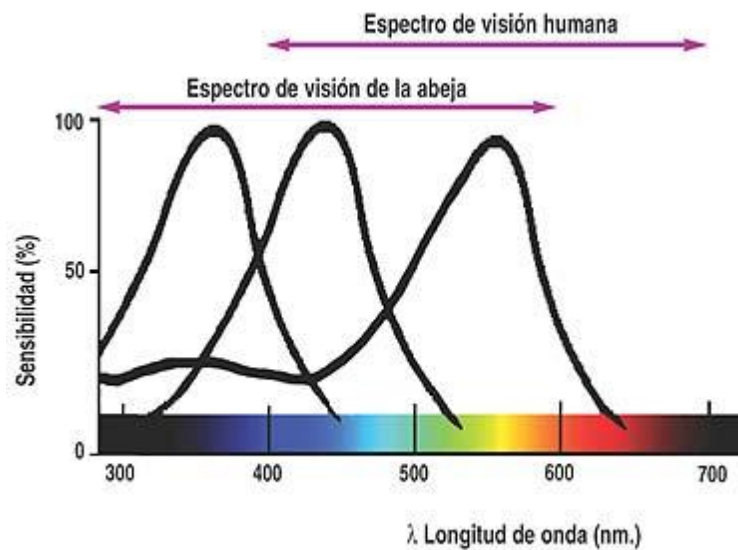


Figura 19. Espectro de visión de la abeja de la miel. Tomado de Carrasco et al. (2012).

Las abejas que fueron vistas forrajeando mayor cantidad de recursos (poliléticas) son *Trigona*, *Lasioglossum*, *Augochlora* y *Augochloropsis*. Siendo las plantas más visitadas aquellas de colores amarillo o naranja, blancas y violetas, puesto que la coloración de la plantas influye considerablemente en la escogencia floral de las abejas siendo más atraídas a aquellos colores que coincide con las máximas sensibilidades visuales, en términos de longitudes de onda, de las abejas (550nm, 450nm y 350nm) o presentando marcas de néctar (Figura 19).



Figura 20. Plantas más visitadas por las abejas en el PNN Gorgona. a. *Wedelia brasiliensis*; b. *Inga edulis*; c. *Miconia* sp.1; d. *Terminalia catappa*; e. *Hyptis* sp.1; f. *Rhynchospora* sp.; g. *Hibiscus* sp.



Figura 21. Otras plantas visitadas por abejas. a. *Palicourea triphyla*; b. *Canavalia marítima*; c. *Lantana cámara*; d. *Conostegia* sp.; e. *Costus* sp.; f. *Solanum* sp.; g. *Piper hispidum*; h. *Clibadium surinamense*; i. *Piper peltatum*.



Figura 22. Algunas plantas visitadas por *Trigona guianae* en el PNN Gorgona. a. *Couropita* sp.; b. *Hyptis* sp.2; c. *Miconia* sp.2; d. *Ixora coccínea*; e. *Faramea* sp.; f. *Psychotria tomentosa*; g. *Stachytarpheta cayennensis*; h. *Etlingera elatior*; i. *Psychotria* sp.



Figura 23. Algunas plantas visitadas por machos de *Euglossa* en el PNN Gorgona. a. *Cosmibuena macrocarpa*; b. *Costus pictus*; c. *Anthurium* sp.

Por otra parte, se observó un comportamiento dominante en *Trigona guianae*, la cual explotó recursos más que ninguna otra especie y, además, se mantuvo activa casi todo el día desde las 06:00 hasta las 18:00 horas y varias veces fue observada en actividad en la noche entre las 19:00 y 23:00 horas. En contraste, a *Megalopta* sp.1 no se la observó forrajeando, pero fue capturada con trampas de

luz y presentó alta abundancia y proporción frente a las otras abejas, lo que sugiere que es dominante en el forrajeo nocturno, puesto que sólo se observaron tres especies nocturnas (*Megalopta* sp.1, *Megalopta* sp.2 y *Trigona guianae*). El forrajeo nocturno se da, en algunos casos, en respuesta a depredadores; en otros, como ventaja para la explotación de recursos sin competencia, visitando plantas de anthesis nocturna o forrajeando en la madrugada, cuando las plantas de anthesis diurna aún no han sido visitadas por otras abejas. Es así como las *Megalopta* se han especializado en el forrajeo nocturno o al amanecer y algunos mecanismos para ello son sus ojos muy desarrollados (mayor diámetro de los omatidios), ocelos grandes y coloración pálida (en relación con otros Halictidae) (Wcislo et al. 2004).

Los machos de *Euglossa*, por su parte, se encontraron en el bosque cerca a plantas del género *Costus*, *Cosmibuena macrocarpa* y *Anthurium* sp. (según observaciones) de donde obtenían néctar (Figura 23). La dominancia presentada por *Trigona guianae* puede deberse, entre otras cosas, a su capacidad de explotar una amplia gama de plantas incluyendo flores rojas de *Ixora* sp. (Figura 22d) algo inusual en abejas dadas sus características de recepción del espectro de luz que incluyen desde el ultravioleta 300nm hasta el amarillo anaranjado 550nm, por lo que suponemos que la planta refleja longitudes de onda cortas imperceptibles para el ojo humano (luz ultravioleta). Además de los horarios y recursos utilizados, la ausencia de la abeja introducida *Apis mellifera* (invasora en la mayoría de los ambientes que coloniza) potencia el desarrollo de ésta y otras especies en Gorgona.

Tabla 10. Distribución horaria de los picos de actividad de forrajeo en sotobosque de las abejas del PNN Gorgona, expresado en número de individuos.

Estado climático vs. Horario de colecta	Mañana (8:00 - 11:00)	Medio día (11:00 - 14:00)	Tarde (14:00 - 17:00)	Noche (20:00 - 23:00)	Total
Días soleados	34	78	22	22	156
Días nublados	20	19	7	2	48
Días lluviosos	0	12	0	0	12
Total	54	109	29	24	

Dependiendo del estado climático se observaron diferentes picos de actividad de forrajeo en las abejas diurnas (Tabla 10). En días soleados fueron activas todo el día, aún en el periodo nocturno. No obstante, predominó la actividad entre las 09:00 y 14:00 horas, con un pico coincidente con la mayor radiación. En días nublados la actividad de forrajeo fue casi imperceptible en horas de la tarde (15:00 a 17:00) debido a la baja intensidad solar, sin embargo esto varió y como, debido a la metodología empleada, no se colectó cada individuo visto, los datos de los especímenes capturados no coinciden totalmente con las tendencias observadas, aunque también hubo mayor actividad al medio día (de 12:00 a 14:00). En días lluviosos, la actividad estuvo casi restringida a la franja del mediodía. Una explicación para la tendencia a forrajear al medio día es la condición ectotérmica de las abejas. Aunque en insectos (incluyendo algunas las abejas) se da la termorregulación metabólica o conductual (Chapman 1998; Hill 1980), la temperatura corporal de las abejas depende mucho de su tamaño (pérdida y

ganancia de calor), de la estructura del hábitat y el horario en el que forrajea, optimizando la ganancia de calor forrajeando en espacios y horarios con buena radiación solar.

En abejas se observan diferentes picos de actividad dependiendo de varios factores: las horas de la mañana favorecen ciertos patrones de producción de polen o néctar y temperatura óptima para abejas grandes esta estrategia se observó en abejorros como *Epicharis rustica*; el clima de la región y la interacción con otras especies también pueden incidir en su actividad, por ejemplo, los picos al medio día, se favorecen en zonas con temperaturas bajas o lluvias frecuentes con lo cual, las abejas asegurarían un incremento de la temperatura corporal como se observó en la mayoría de las abejas de Gorgona, sobre todo las pequeñas; mientras que las horas vespertinas o nocturnas, más que favorecer la termorregulación, influyen en la evasión de depredadores, competencia y enemigos naturales como el caso de las *Megalopta* (Roubik 1989; Schowalter 2006). En Gorgona, entonces, habría también una discriminación de los horarios de forrajeo por parte de las abejas como se muestra en la Tabla 10, teniendo que el 57% de los individuos prefirieron forrajear al medio día.

6.3 Distribución de abejas en el PNN Gorgona

Además de nuevos registros de abejas para el Cauca y la región Pacífica, se documenta, en varios casos, la ampliación de distribución altitudinal para Colombia (Tabla 3). Entre los más destacados se incluyen las especies de

Nogueirapis, *Lasioglossum* y *Trigonisca*, las cuales estaban registradas desde 100msnm, 90msnm y 70msnm, respectivamente (Vélez-Ruiz & Smith-Pardo 2009) y fueron capturadas más cercanas al nivel del mar.

Tabla 11. Riqueza de especies distribuidas en cada grupo.

Sitio por grupos	Especies exclusivas	Especies raras	Especies totales
Grupo Norte	2	2	13
Grupo Sur	2	4	21
Grupo Centro	0	2	22
Grupo Cerros	1	3	16
Grupo Palmeras	2	3	22
Gorgonilla	2	3	8

En cuanto a Gorgona, encontramos que la distribución de abejas fue homogénea para especies dominantes como *Trigona guianae* y *Megalopta* sp.1, sin embargo, en algunas especies fue exclusiva de ciertos sitios (Tabla 11) coincidiendo, a veces, con características bióticas. La zona con mayor riqueza de abejas fue la sur con altitudes entre 3 y 17 m. A pesar de los esfuerzos por hacer un muestreo parejo en todas las zonas, Gorgonilla tuvo menor esfuerzo de muestreo, lo que explica que presentara menor riqueza en este trabajo. Atendiendo a que presentó especies exclusivas y raras, es natural pensar que, de no ser por las limitaciones logísticas, Gorgonilla habría presentado una riqueza mucho mayor, más si consideramos que es uno de los sitios menos visitados por turistas y, en general, personas (Tabla 11). A continuación se muestran el mapas de distribución de las

especies dentro del parque, extrapolando el número de especies a partir de coordenadas específicas, con la excepción de la zona en blanco que corresponde a una de las zonas más conservadas de la isla y en la cual no se muestreó, por lo tanto no hay datos disponibles.

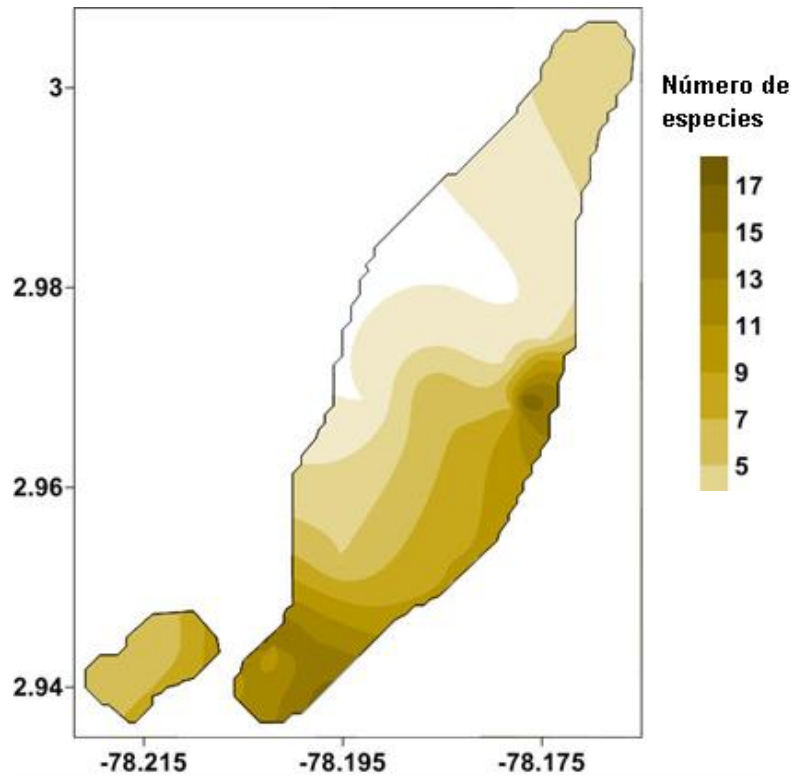


Figura 24. Distribución espacial de la riqueza de abejas del PNN Gorgona.

6.4 Determinación de los géneros y especies de abejas del PNN Gorgona

Utilizando caracteres morfológicos propuestos en Bonilla-Gómez & Nates-Parra (1992), Nates-Parra (2005), Michener (2007), Smith-Pardo & Vélez-Ruiz (2008), González et al. (2009) y Engel (2010), a continuación se desarrolla una clave ilustrada para las especies de abejas encontradas en el PNN Gorgona.

CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE FAMILIAS DE ABEJAS PRESENTES EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL GORGONA

1. Palpos labiales con los dos primeros segmentos alargados y aplanados y los otros dos no aplanados y más pequeños (abejas de “lengua larga”).....2
- 1'. Palpos labiales con los cuatro segmentos similares en tamaño (abejas de “lengua corta”) abejas generalmente de colores metalizados y con escopa ubicada en patas..... Halictidae
2. Base del labro con ángulos ampliados lateralmente formando una articulación ancha con el clípeo; labro tan largo como ancho o más largo; alas anteriores con dos celdas submarginales; escopa ubicada en el esterno abdominalMegachilidae
- 2'. Base del labro con ángulos poco desarrollados lateralmente formando una articulación con el clípeo tan ancha como el labro; labro más ancho que largo; alas anteriores con tres celdas submarginales o con celda marginal abierta y venación reducida; escopa ubicada en patas posterioresApidae

CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE TRIBUS Y GÉNEROS DE APIDAE

1. Hembras con escopa desarrollándola en corbícula, patas posteriores con estructura parecida a una cuchara en la tibia; placas pigidial y basitibial ausentesabejas corbiculadas.....2

- 1'. Hembras con escopa desarrollándola en pastas posteriores pero no formando corbícula; placas pigidial y basitibial presentes, sino con brillos metálicos o manchas amarillas en facia..... abejas no corbiculadas3
2. Glosa sobrepasando las coxas posteriores; celdas submarginales bien desarrolladas (tres); hembras con aguijón; machos con una hendidura en la tibia posteriorTribu Euglosini.....17
- 2'. Glosa no sobrepasando las coxas medias; venación alar reducida, celda marginal abierta o con venas débiles; hembras con ovipositor no modificado en aguijón; machos con tibia posterior normal, sin hendidura
.....Tribu Meliponini9
3. Abejas grandes (abejorros), más de 1,5 cm; cuerpo setoso, peludas, escopa siempre presente4
- 3'. Abejas medianas y pequeñas, no más de 1 cm; cuerpo glabro o setoso, escopa con desarrollo variable6
4. Hembras completamente negras sin brillos metálicos, machos amarillentos; estigma ausente; basitarsos medio y posterior más largos que la tibia.
Hembras sin carina frontal *Xylocopa lachnea*
- 4'. Hembras y machos con setas amarillas o pardas, algunas con brillos metálicos; estigma presente aunque pequeño; basitarsos medio y posterior más cortos que la tibia Tribu Centridini5

5. Celda marginal más corta que la distancia de la celda hasta el margen distal del ala anterior *Centris flavifrons*
- 5'. Celda marginal más larga que la distancia de la celda hasta el margen distal del ala anterior *Epicharis rustica*
6. Abejas con brillos metálicos, generalmente verde o café, con una mancha amarilla o blanca en la facia; placa basitibial y fimbria pigidial ausentes; poco desarrollo de la escopa *Ceratina*
- 6'. Abejas sin brillos metálicos, de colores amarillo, café o negro; placas basitibial y pigidial presentes; escopa con desarrollo variable 7
7. Abejas amarillas con forma de avispa glabras, cleptoparásitas; esterno seis de la hembra muy conspicuo y sobrepasando el tergo seis, de forma semitubular y alargado; placa basitibial no producida *Osiris*
- 7'. Abejas oscuras, cafés o negras peludas, con desarrollo de la escopa en las patas posteriores; esterno seis de la hembra no sobrepasando el tergo seis, de forma bífida y truncado; placa basitibial producida 8
8. Placa basitibial pequeña, un tercio del ancho de la tibia; escopa con setas oscuras; tercera celda submarginal más larga que las demás; vértex detrás de los ocelos carinado; facia punturada..... *Paratetrapedia*
- 8'. Placa basitibial de la hembra muy grande, ocupa casi todo el ancho de la tibia; escopa con setas de colores pálidos; primera celda submarginal más grande que las demás; vértex detrás de los ocelos no carinado; facia setosa, pero no

- punturada, o sólo un poco en el clípeo *Exomalopsis*
9. Base de la celda marginal ancha, mucho más que el ancho del ápice de la celda, formando un ángulo entre la margen del estigma y la vena r casi recto; abejas diminutas, menos de 4mm; tibia posterior muy delgada; frecuentemente atraídas al sudor *Trigonisca*
- 9'. Base de la celda marginal no ensanchada, formando un ángulo entre la margen del estigma y la vena r fuertemente agudo; abejas de tamaño variable, por lo general mayores que 4mm10
10. Margen posterior de la pata posterior con setas plumosas además de simples *Trigona*.....16
- 10'. Margen posterior de la pata posterior únicamente con setas simples.....11
11. Primer flagelómero de las obreras casi tan largo como el segundo y el tercero juntos, en machos, ligeramente más corto que el segundo; hembras sin corbícula ni penicilio; abejas cleptoparásitas *Lestrimelitta*
- 11'. Primer flagelómero de las hembras más corto que el segundo y tercero juntos, en machos, mucho más corto que el segundo; hembras con corbícula y penicilio12
12. Hámulo con 9 a 14 ganchos; margen del estigma en la celda marginal casi casi cóncavo o recto; abejas robustas, parecidas a *Apis*..... *Melipona*
- 12'. Hámulo con 5 a 7 ganchos, casi nunca 9 o 10; margen del estigma en la celda marginal claramente convexo; abejas mucho más pequeñas que *Apis*.....13

13. Tórax y cabeza aterciopelados y finamente punteados*Scaptotrigona*
- 13'. Tegumento de tórax y cabeza pulido y brillante, o con pequeños puntos o setas en zonas pulidas.....14
14. Tibia posterior muy ensanchada, tres veces el ancho del fémur; área basal del propódeo dénsamente setosa..... *Partamona*
- 14'. Tibia posterior no muy ensanchada, menos de tres veces el ancho del fémur; área basal del propódeo usualmente sin setas15
15. Margen posterior de la superficie interna de la tibia posterior deprimida y brillante contrastando con el área de keirotichia; concavidad de la corbícula no alcanza la mitad distal de la tibia*Plebeia*
- 15'. Margen posterior de la superficie interna de la tibia posterior no deprimida, aunque brillante; concavidad de la corbícula ocupando todo el ancho de la mitad distal de la tibia*Nogueirapis*
16. Obreras con cuatro o cinco dientes en la margen distal de la mandíbula; machos y hembras con área setosa homogénea en la base de la superficie interna del basitarso posterior, un solo tipo de seta.. *Trigona (Trigona) guianae*
- 16'. Obreras con dos o tres dientes en la margen distal de la mandíbula; machos sin área setosa basal, hembras con área setosa cubierta de diminutas setas; abejas amarillas delgadas con ojos verdes.....
.....*Trigona (Tetragonisca) angustula*

17. Tibia posterior tres veces más larga que ancha; fémur posterior hinchado y denticulado; alas homogéneamente oscuras; tibia posterior de la hembra un poco inflada y sin corbícula; abejas cleptoparásitas. Frente sin protuberancias; escutelo con tubérculo central conspicuo*Exaerete smaragdina*
- 17'. Tibia posterior dos veces más ancha que larga; fémur no hinchado ni denticulado; tibia posterior de la hembra plana y con corbícula.....18
18. Labro blanquecino con dos manchas grandes, ovales y oscuras; hendidura de la tibia posterior del macho corta, no alcanza la margen apical y está curvada basalmente; hembras con un penacho de setas en el escutelo; abejas metálicas, color del integumento no oculto entre setas
..... *Euglossa*20
- 18'. Labro no blanquecino, sin manchas ovales contrastantes; hendidura de la tibia posterior del macho larga, alcanzando la margen apical, amplia y no curvada basalmente; hembras con o sin penacho en el escutelo; abejas muy peludas, color del integumento oculto entre las setas19
19. Palpo labial de 4 segmentos; cara con brillos azules metálicos, sin marcas blancas en el clípeo; clípeo con dos o tres crestas en el centro; lengua corta, no alcanza el segundo esterno, menos de dos veces la longitud del ojo.....
..... *Eufriesea mussitans*
- 19'. Palpo labial de 2 segmentos; cara negra o parda, algunas con marcas blancas en el clípeo; clípeo con una sola cresta en el centro; lengua sobrepasa

el segundo esterno, dos veces o más veces la longitud del ojo.....	
..... <i>Eulaema</i>	29
20. Machos	21
20'. Hembras	25
21. Penacho anterior de la tibia media entero; penachos esternales presentes o ausentes; lengua subigual al cuerpo o mucho más larga	22
21'. Penacho anterior de la tibia media mellado, formando dos lóbulos; penachos esternales pequeños y ampliamente separados o formando uno olo grande; lengua más corta que el cuerpo.....	<i>Euglossa s. s</i>23
22. Penacho anterior de la tibia media mucho más grande que el posterior y diferenciables uno del otro; segundo esterno abdominal sin depresiones o penachos; lengua subigual al cuerpo; abejas verdes con algunos visos dorados.....	<i>Euglossa gorgonensis</i>
22'. Penacho anterior de la tibia media un poco más pequeño que el posterior; segundo esterno abdominal con hendiduras diagonales abiertas con penachos de pelos largos bien separadas y con una depresión bien definida en medio de ellas; lengua mucho más larga que el cuerpo; abejas verdes de abdomen bronce	<i>Euglossa ignita</i>
23. Penachos del segundo esterno abdominal juntos formando uno solo muy grande; penacho posterior de la tibia media ausente; rostro azulado, tórax	

- broce y abdomen verde; marcas paraoculares ausentes
*Euglossa championi*
- 23'. Penachos del segundo esterno abdominal bien separados; penacho posterior de la tibia media presente; coloración variable; marcas paraoculares blanquecinas presentes24
24. Marcas paraoculares muy delgadas y cortas, pardas, algunas veces difíciles de ver; lóbulo inferior del penacho anterior menos del doble de ancho que el superior; abejas verdes con tórax dorado *Euglossa hemichlora*
- 24'. Marcas paraoculares blancas; lóbulo inferior del penacho anterior el doble de ancho que el lóbulo superior, lóbulo superior estrecho; abejas verde-azules con visos dorados en abdomen *Euglossa despecta*
25. Lengua mucho más corta que el cuerpo26
- 25'. Lengua subigual al cuerpo o más larga27
26. Tórax dorado, abdomen verde y cabeza en vista dorsal verde-azulado; clípeo y mandíbulas blanquecinas con bordes marrones; diente superior de la mandíbula redondeado, los demás puntiagudos *Euglossa hemichlora*
- 26'. Tórax, abdomen y cabeza verde oscuro; clípeo y mandíbulas marrones con los bordes más oscuros; todos los dientes mandibulares puntiagudos
 *Euglossa despecta*
27. Abdomen verde o azul; longitud corporal alrededor de 1cm; lengua subigual al cuerpo o sólo un poco más larga28

- 27'. Abdomen bronce; longitud corporal alrededor de 1,5 cm; lengua mucho más larga que el cuerpo *Euglossa ignita*
28. Abdomen verde oscura; lengua subigual al cuerpo *Euglossa gorgonensis*
- 28'. Abdomen verde-azul o verde-violeta; lengua ligeramente más larga que el cuerpo; mesoescuto densamente pubescente *Euglossa granti*
29. Abdomen únicamente con setas amarillas o naranja además de las negras; tegumento del segundo y tercer tergo negro 30
- 29'. Abdomen con setas rojizas, además de amarillas y negras; tegumento del segundo y tercer con brillos verdosos *Eulaema bombiformis*
30. Alas anteriores con la mitad basal negra y la mitad distal blanca muy contrastantes; abdomen con una sólo una banda negra, segundo tergo con setas negras, el resto con setas naranja *Eulaema cingulata*
- 30'. Alas anteriores pardas, poco contraste en la coloración del ala; abdomen mayormente negro con los segmentos terminales con setas claras
..... *Eulaema leucopyga*

CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE GÉNEROS DE HALICTIDAE

1. Margen del quinto tergo de hembra no parasíticas dividido por una muesca en formas no parasíticas; machos sin placa pigidial ni cresta transversa semejando un ápice en el séptimo tergo; formas parasíticas de colores muy brillantes metalizados Tribu Augochlorini 3

- 1'. Margen del quinto tergo de hembras no parasíticas no dividido por una muesca; machos con cresta transversa semejando un falso ápice en el séptimo teguito; formas parasíticas con reducción de la escopa y con colores no metálicos.....Tribu Halictini.....2
2. Abejas pequeñas con brillos verde-azules opacos ; escopa desarrollada; segunda y tercera venas transversas de las celdas submarginales más débiles que la primera; espina metatibial interna pectinada con 2 a 4 dientes; ojos compuestos con pocas setas cortas*Lasioglossum*
- 2'. Abejas medianas con brillos verdes metálicos; escopa desarrollada; segunda y tercera venas transversas de las celdas submarginales similares, no debilitadas; espina metatibial interna con 3 dientes; ojos compuestos con setas largas y abundantes.....*Caenohalictus*
3. Cabeza alargada, área malar tan larga como ancha o más larga; sutura epistomal formando un lóbulo paraocular agudo. Clípeo de color ambar
.....*Chlerogella terpsichore*
- 3'. Cabeza no ampliamente elongada, área malar mucho más ancha que larga; lóbulo paraocular variable o no formado4
4. Ángulo entre la margen interna y posterior de la tégula emarginada; márgenes posteriores del primer y segundo tergo con una fila de setas fuertes
.....*Augochloropsis*

- 4'. Ángulo entre la margen interna y posterior de la tégula continuo, no emarginado; márgenes posteriores del primer y segundo tergo sin la fila de setas fuertes5
5. Ojos y ocelos agrandados, distancia ocelocular menor al diámetro ocelar; tercer y cuarto esterno del macho bilobulados, cuarto con penachos de setas especiales y una quilla mesal *Megalopta*
- 5'. Ojos y ocelos no agrandados, distancia ocelocular mayor al diámetro ocelar; tercer y cuarto esterno del macho no bilobulados.... 6
6. Sutura epistomal formando un lóbulo de ángulo obtuso; espina metatibial interna de la hembra pectinada con alrededor de 10 dientes bien separados; machos con metasoma frecuentemente peciolado, primer y segundo esterno alargados *Neocorynura*
- 6'. Sutura epistomal formando un lóbulo de ángulo agudo o recto; espina metatibial interna de la hembra variable, aserrada o pectinada; machos con metasoma normal, primer y segundo esterno no alargados7
7. Espina metatibial interna de la hembra pectinada, con dientes más largos que anchos; cuarto esterno del macho con penachos de setas especializadas muy conspicuos; lóbulo paraocular agudo o recto8
- 7'. Espina metatibial interna de la hembra aserrada, con dientes más anchos que largos y redondeados; cuarto esterno del macho no modificado; lóbulo paraocular agudo proyectado en el clípeo *Augochlora*

8. Ojos con setas frecuentemente largas; dientes de la espina metatibial interna de la hembra ampliamente separados, no más de 6 dientes; abejas verdes con rojo cobrizo en algunas ocasiones opacas
*Caenaugochlora* (*Ctaenaugochlora*)
- 8'. Ojos con setas cortas; dientes de la espina metatibial interna de la hembra cercanos uno de otro, alrededor de 10 dientes; abejas con brillos metálicos verdes*Caenaugochlora* s. s.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El inventario de abejas para Gorgona queda en 46 especies y 28 géneros, correspondientes a tres familias, siendo más abundantes y ricas las abejas con algún grado de sociabilidad. La familia más rica y abundante fue Apidae, y los sitios más concurridos por abejas correspondieron a los de menor cobertura de dosel, favorecidos en los días más soleados.

Gorgona alberga gran diversidad de abejas con más del 27% de los géneros registrados para el país, donde las diferentes características climáticas y geográficas, permiten que esta gran cantidad de abejas interactúen y proliferen, explotando los recursos necesarios y disponibles para su desarrollo y supervivencia.

Los patrones de distribución de las especies de abejas en sotobosque, así como su comportamiento y actividad responden a características de temperatura, cobertura vegetal y disponibilidad de recursos, que favorecen escenarios cálidos en donde las condiciones de forrajeo son óptimas.

Sería conveniente continuar con la recuperación ambiental y el monitoreo de insectos al interior del parque y abundar en estudios específicos en los patrones o tendencias planteados en este trabajo, en estudios de base como la taxonomía y la historia natural para lograr aplicarlos a otros campos de la biología y en muestreos y caracterizaciones de dosel, para entender mejor las relaciones de diversidad planta-insecto.

8. LITERATURA CITADA

- ADLER, G. H. 1994. Avifaunal diversity and endemism on tropical Indian ocean islands. *Journal of Biogeography* 21: 85 – 95.
- AGUIRRE, J., RANGEL, O., RUDAS, A., LLINÁS, R., PINTO, J., PEÑA, F., CARO, F., CHAMORRO, C., ROMERO, M., ANDRADE, G., CADENA, A., GÓMEZ, M., URIBE, J., BENAVIDES, P., SÁNCHEZ, R., FUENTES, C., ORTIZ VON HELLA, B., PAÑUELA, A., BUENO, M., CALA, P. & ESCOBAR, E. M. 1990. *Biota y ecosistemas de Gorgona*. Fondo FEN Colombia, Editorial Presencia Ltda. 303pp.
- AMARILLO, A., AMAT-GARCÍA, E., AMAT-GARCÍA, G., ANDRADE-C., BONILLA, A., CEPEDA, J., CONSTANTINO, L.M., FERNÁNDEZ, F., FLÓREZ, E.G., GASCA H.J., JIMÉNEZ, J.J., NATES-PARRA, G., REYES, P., ROCHA, M., SANDOVAL, V.E. & SARMIENTO, C. 2007. *Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia*. Editado por Amat-García, G., Andrade-C. M.G. & Amat-García C.E., Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Conservación Internacional Colombia, Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 216pp.
- BAENA, M. 1992. *Relaciones biogeográficas de las hormigas de Isla Gorgona*. Trabajo de pregrado. Cali-Colombia. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. 116p.
- BAENA, M.L. & ALBERICO, M. 1991. Relaciones biogeográficas de las hormigas de la Isla Gorgona. *Revista Colombiana de Entomología* 17: 24-31.
- BATLLA, D., KRUK, B.C. & BENECH-ARNOLD, R.L. 2000. Very early detection of canopy presence by seeds through perception of subtle modifications in red: far red signals. *Functional Ecology* 14: 195–202.
- BONILLA-GÓMEZ, M.A. & NATES-PARRA, G. 1992. Abejas euglosinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. *Caldasia* 17: 149-172.

CANTILLO, E.E & SÁNCHEZ, H. 2010. Características generales de las regiones naturales de Colombia con énfasis en vegetación. [en línea]
<http://diplomadoincendiosforestales.net/es/node/6> [consultado 1 de febrero de 2012].

CARRASCO, J.P., ROMO, F.J. & GALÁN, L. El atractivo ultravioleta. Vida apícola edición electrónica [en línea]
<http://www.vidaapicola.com/tecnica/biologia/ultra.html> [consultado 12 de enero 2012].

CAVELIER, J. & YOCKTENG, R. 1996. Riqueza, diversidad y mecanismos de dispersión de árboles de la isla Gorgona y de los bosques húmedos tropicales del pacífico Colombo-Ecuatoriano. Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología, Tesis Universidad de Los Andes, Bogotá.

CHAPMAN, R.F. 1998. The insects: Structure and function. 4ª edición. Cambridge University Press. Reino Unido. 749pp.

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL. 2007. Biodiversity hotspots. [en línea]
http://www.biodiversityhotspots.org/xp/hotspots/tumbes_choco/Pages/default.aspx [consultado 20 de septiembre 2011].

CRISP, M.D.S. LAFFAN, H.P. LINDER & MONRO, A. 2001. Endemism in the Australian Flora. *Journal of Biogeography* 28: 183 – 192.

ENGEL, M.S. 2010. Revision of the bee genus *Chlerogella* (Hymenoptera, Halictidae) Part II: South American species and generic diagnosis. *Zookeys* 47: 1-100. doi: 10.3897/zookeys.47.416.

FÆGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. The principles of pollination ecology. 3ª edición. Pergamon Press Ltd. Gran Bretaña. 244pp.

FERNÁNDEZ, D.C. & ZAMBRANO, G. 2010. 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. Boletín Científico del Museo de Historia Natural 15 (1): 51 – 59.

- GÓMEZ-AGUIRRE, A.M., LONGO-SÁNCHEZ M.C. & BLANCO, J.F. 2009. Macroinvertebrate assemblages in Gorgona Island streams: spatial patterns during two contrasting hydrologic periods. *Actualidades Biológicas* 31:161-178.
- GONZÁLEZ, V.H., OSPINA, M. & BENNETT, D. 2005. Abejas altoandinas de Colombia: guía de campo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C., Colombia, 80 pp.
- GONZÁLEZ, V.H., GONZÁLEZ, MM. & CUÉLLAR, Y. 2009. Notas biológicas y taxonómicas sobre los abejorros del Maracuyá del género *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae, Xylocopini) en Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 14 (2): 31 – 40.
- GONÇALVES, R.B. & BRANDÃO, C. 2008. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. *Biota Neotropica* 8 (4): 051-061.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & P. D. RYAN, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 pp. [en línea] <http://www.nhm.uio.no/norlex/past/download.html> [consultado 3 diciembre 2011].
- HILL, R.W. 1980. Fisiología animal comparada: Un enfoque ambiental. Versión en español Palomeque, J. Editorial Reverté. España 901 pp.
- HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- HERNÁNDEZ, J., HURTADO, A., ORTIZ, R. & WALSCHBURGER, T. 1992. Centros de endemismo en Colombia. [en línea] <http://www.rds.org.co/aa/imgupload/cd31>

[89bd6b9a1ea1575134c54f92a42c/Centros de endemismo.PDF](#) [consultado 8 de septiembre 2010].

INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES, FACULTAD DE CIENCIAS,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2004. Colección de
invertebrados [en línea] <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/> [consultado 8
de septiembre 2011].

IRIONDO, J.M. 2000. Taxonomía y conservación: dos aproximaciones a un mismo
dilema. Acta Biológica Portuguesa 19: 1 – 7 [en línea]
[http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2374362&orden=893
58](http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2374362&orden=89358) [consultado el 20 de enero de 2011].

KING, H.T. 1975. Inhibition of seed germination under leaf canopies in *Arenaria
serpyllifolia*, *Veronica arvensis*, *Cerastium holosteoides*. The New Phytologist
75: 87-90.

MICHENER, C.D. 2007. The bees of the world. 2ª edición. The Johns Hopkins
University Press. Baltimore, xvi + 953 pp.

MOLINA, R. 1978. Abejas algunas notas sobre su importancia y clasificación. [en
línea] [http://matematicas.udea.edu.co/~actubiol/publicaciones_pdf/1978/7%20
0\(25\)/MSS%20PDF's/3.%20Molina,%20A.pdf](http://matematicas.udea.edu.co/~actubiol/publicaciones_pdf/1978/7%20(25)/MSS%20PDF's/3.%20Molina,%20A.pdf) [consultado marzo 20 2010].

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B. &
KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403:
853–58.

NATES-PARRA, G. 2005. Abejas corbiculadas de Colombia
(Hymenoptera: Apidae). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Sede
Bogotá 156 pp.

NATES-PARRA, G. & GONZÁLEZ V.H. 2000. Las abejas silvestres de Colombia:
por qué y cómo conservarlas. Acta Biológica Colombiana 5 (1): 5 – 37.

NYGREN, W.E. 1950. Bolivar geosyncline of Northwestern South America. Bulletin of American Association of Petroleum Geologists 34: 1998 – 2006.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 1992. Convenio sobre la diversidad biológica. [en línea] <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf> [consultado 18 de enero 2011].

O`TOOLE, C. & RAW, A. 2004. Bees of the world. Facts on file inc., New York, 192 pp.

PIMIENTA, C., MONTEALEGRE, F., LÓPEZ-MEJÍA, J., CHACÓN DE ULLOA, P. & GONZÁLEZ-OBANDO, R. 2008. Diversidad de artrópodos arbóreos en el PNN Gorgona (Cauca, Colombia). En: Resúmenes Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. 47p.

ROUBIK, D.W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press, Cambridge, x + 514 pp.

SARMIENTO, C.E. (editor). 2003. Insectos. Instituto Alexander von Humboldt, Boletín del proyecto *Diversidad de insectos de Colombia* 5. [en línea] http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/inventarios/boletin_2.pdf [consultado 2 de mayo 2010].

SCHOWALTER, T.D. 2006. Insect ecology: an ecosystem approach. 2ª edición, Elsevier, San Diego - California, xii + 572 pp.

SILVEIRA, F., MELO, G. & ALMEIDA, E. 2002. Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação. Ministerio de medio ambiente. Fundação Araucária. 1ª edición. Belo Horizonte.

SMITH-PARDO, A. & 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. & VÉLEZ-RUIZ, R.I. 2008. Abejas de Antioquia. Guía de campo. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín

GONZÁLEZ, R., MONTOYA, J., CHACÓN, P., ZÚÑIGA, M DEL C., ARMBRECHT, I., CARREJO, N., TORRES, D., POSSO, C.E., VALDÉS, S., SARRIA, F., GONZÁLEZ-CÓRDOBA, M., CALERO, H., MENDIVIL, J., CARDONA, W. 2011. Protocolo para la Obtención de datos de Insectos, 9-40p. En: Protocolos de investigación en ecosistemas terrestres intermareales, submareales y pelágicos para el Parque Nacional Natural Gorgona. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 218p.

VÉLEZ-RUIZ & SMITH-PARDO. 2009. Una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia. Tesis Magíster en Ciencias—Entomología Universidad Nacional de Colombia- sede Medellín.

WCISLO, W.T., ARNESON, L., ROESCH, K., GONZALEZ, V., SMITH, A. & FERNÁNDEZ, H. 2004. The evolution of nocturnal behaviour in sweat bees, *Megalopta genalis* and *M. ecuadoria* (Hymenoptera: Halictidae): an escape from competitors and enemies?. Biological Journal of the Linnean Society 83: 377–387.

ANEXO A

Abundancia de abejas del muestreo realizado en el PNN Gorgona y la proporción sexos.

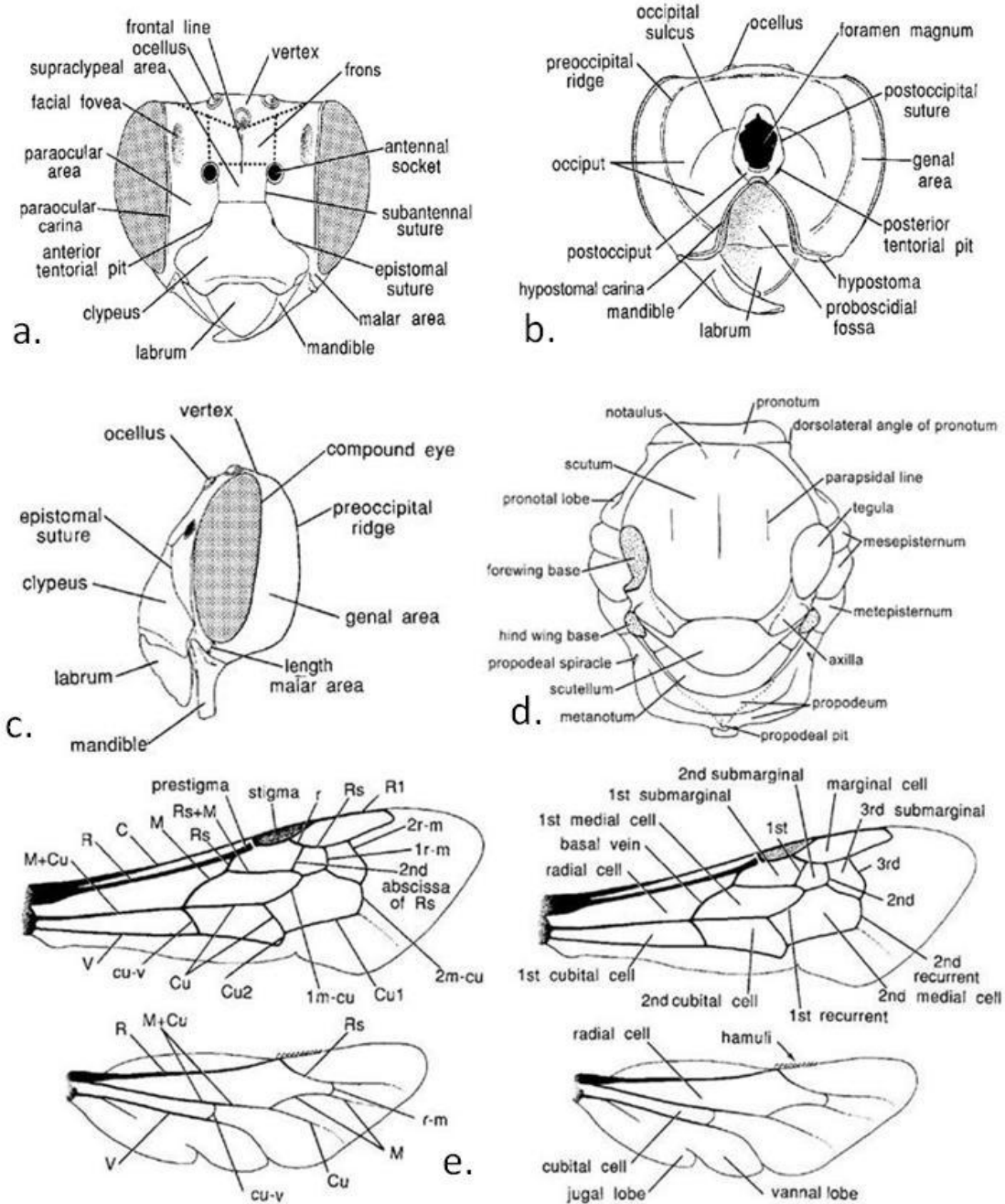
MORFO	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL DE INDIVIDUOS
<i>Aungochlora</i> sp.1	12	9	21
<i>Augochlora</i> sp.2	3	17	20
<i>Augochlora</i> sp.3	4	6	10
<i>Augochlora</i> sp.4	7	0	7
<i>Augochloropsis</i> sp.1	3	8	11
<i>Caenaugochlora</i> sp.1	4	0	4
<i>Caenaugochlora</i> sp.2	4	1	5
<i>Centris flavifrons</i>	3	3	6
<i>Chlerogella terpsichore</i>	0	1	1
<i>Coelioxys</i> sp.1	0	1	1
<i>Ceratina</i> sp.1	1	4	5
<i>Ceratina</i> sp.2	1	0	1
<i>Epicharis rustica</i>	4	1	5
<i>Euglossa championi</i>	0	15	15
<i>Euglossa despecta</i>	1	7	8
<i>Euglossa gorgonensis</i>	0	62	62
<i>Euglossa hemichlora</i>	3	16	19
<i>Euglossa ignita</i>	1	97	98
<i>Euglossa</i> aff. <i>granti</i>	6	0	6
<i>Eulaema bombiformis</i>	0	3	3
<i>Eulaema cingulata</i>	0	1	1
<i>Eulaema leucopyga</i>	2	0	2
<i>Exomalopsis</i> sp.1	1	0	1
<i>Lasioglossum</i> sp.1	13	6	19
<i>Megalopta</i> sp.1	41	6	47
<i>Megalopta</i> sp.2	8	1	9
<i>Nogueirapis</i> sp.1	19	1	20
<i>Nogueirapis</i> sp.2	1	0	1

Continuación del Anexo A

<i>Osiris</i> sp.1	2	1	3
<i>Paratetrapedia</i> sp.1	0	1	1
<i>Plebeia</i> sp.1	30	4	34
<i>Scaptotrigona</i> sp.1	28	1	29
<i>Trigona angustula</i>	25	0	25
<i>Trigona guianae</i>	55	8	63
<i>Trigonisca</i> sp.1	9	0	9
<i>Trigonisca schulthessi</i>	13	22	35
<i>Xylocopa lachnea</i>	1	0	1
37	305	303	608

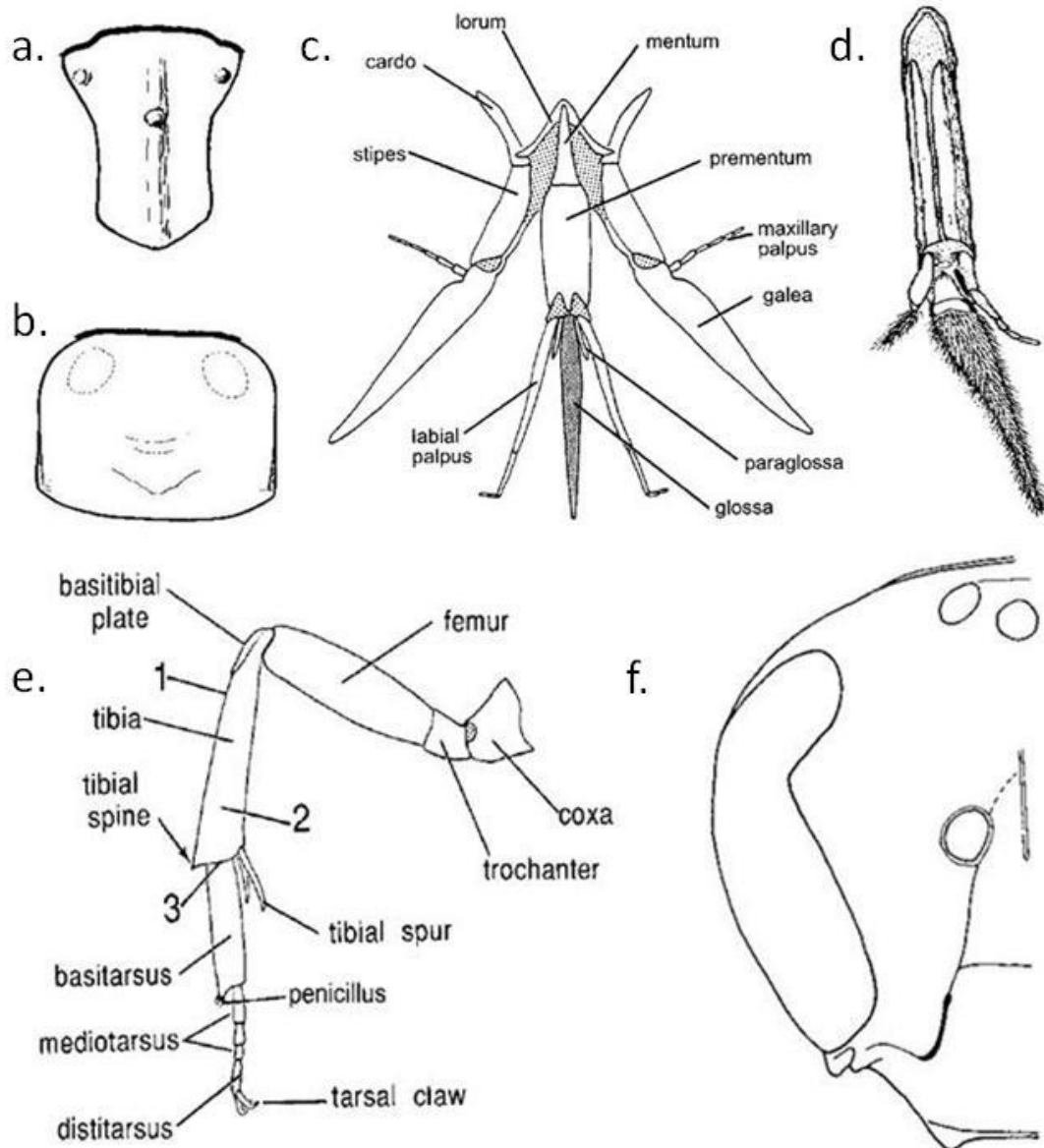
ANEXO B

Principales estructuras de las abejas. Tomado de Michener (2007). a. Vista frontal de la cabeza, b. vista posterior de la cabeza, c. vista lateral de la cabeza, d. vista dorsal del tórax, e. venación alar y celdas.



ANEXO C

Principales estructuras de las abejas. Tomado de Michener (2007). a. Labro de Apidae, b. labro de Megachilidae, c. aparato bucal de Apidae, d. aparato bucal Halictidae, e. pata posterior, f. vista frontal cabeza de *Augochlora* y el lóbulo paraocular.



ANEXO D

Estructuras específicas utilizadas en la clave. a. Escopa ventral, b. quinto esterno metasomal de la hembra Halictini, c. quinto esterno metasomal de la hembra augochlorini, d. margen anterior de la metatibia de Meliponini, f. margen posterior de metatibia de Meliponini, g., h. tibia media de Euglossa, i. espina metatibial interna pectinbada, j. vista frontolateral, k. ala anterior de *Trigonisca*, l. coloración del abdomen de *Eulaema bombiformis*.

