



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

DIVERSIDAD ALPHA Y BETA DE ABEJAS DE LAS ORQUÍDEAS
(HYMENOPTERA: APIDAE: EUGLOSSINI) EN EL DOSEL Y SOTOBOSQUE DEL
CERRO TUREGA, COCLÉ, PANAMÁ.

PREPARADO POR:
KARLA YARIELA REYES LEDEZMA
2-738-1141

Trabajo de graduación para optar por el título de licenciada en Biología con
orientación en Biología Animal.

II semestre, 2020

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico primeramente a Dios por darme la oportunidad de lograr una de mis metas; a mi madre Yariela I. Ledezma T. por haber estado en todo momento durante su vida a mi lado, apoyándome y guiándome para poder llegar a este logro profesional.

A mi padre, hermano y abuela por ser los principales promotores de mis sueños, motivándome a seguir siempre de forma correcta mis estudios.

A mi novio Francisco, por estar siempre ofreciéndome su ayuda e incentivándome continuamente a seguir adelante.

A mi asesor principal Dr. Alonso Santos Murgas, por su apoyo incondicional durante cada fase durante la elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores, los magísteres Iris Yaneth Gómez Robles y Aniceto Barrios Vargas por su guía y apoyo durante la realización de mi tesis.

A mi amigo y compañero incondicional Pedro Armando, por la solidaridad brindada durante las colectas y elaboración de mi tesis.

Al Ministerio de Ambiente por ceder el permiso de colecta. A la señora Marta y su familia por abrirme las puertas de su hogar, durante los meses de colectas en la Reserva Hídrica Cerro Turega.

Al MIUP por facilitarme referencias bibliográficas a través del doctor Alonso Santos Murgas, para la identificación de los especímenes de la colección incluida en esta tesis y compartirme sus conocimientos en temas referentes.

A Yostin Añino por sus sugerencias en cuanto a la metodología planteada para la elaboración de este estudio.

A la Universidad de Panamá, en especial al Centro Regional Universitario de Coclé, por abrirme las puertas a esta gran oportunidad; a mis profesores por sus enseñanzas, por su gran apoyo, consejos y motivación.

También a mis amigos y compañeros, quienes compartieron conmigo sus conocimientos, alegrías y tristezas durante estos años de carrera para optar por el título de la Licenciatura en Biología.

A mi familia por su comprensión y consejos, en especial a mis padres, por darme esta extraordinaria oportunidad.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE IMÁGENES	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
ANTECEDENTES	4
MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN	24
CONCLUSIONES.....	28
RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXOS	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la tribu Euglossini	5
Cuadro 2. Índices de diversidad de abejas de las orquídeas presentes en la Reserva Hídrica Cerro Turega.....	17
Cuadro 3. Diversidad de género y especies de la tribu Euglossini y métodos de colectas durante el período de muestreo.	23

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Fragmento de bosque, RHCT, Penonomé.	13
Figura 2. Porcentaje de abundancia de géneros de la tribu Euglossini, colectados en el período de muestreo en la RHCT.....	16
Figura 3. Cantidad total de especies registradas por género de la tribu Euglossini en la RHCT.....	17
Figura 4. Media de colectas por métodos de muestreo utilizados para la captura durante el estudio.....	18
Figura 5. Promedio de colectas comparando la cantidad de individuos en las dos áreas de estudio (abierta/boscosa)..	19
Figura 6. Promedio de colectas comparando la cantidad de muestra por cada estrato estudiado.....	20

Figura 7. Promedio de colectas comparando la cantidad de individuos, mediante el método de zigzag, en las dos áreas de estudio (abierta/boscosa).....	21
Figura 8. Porcentaje de colecta comparando las tres esencias utilizadas para el muestreo.	22

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Imágenes de especies de abejas de las orquídeas colectadas en la RHCT.	39
Anexo 2. Riqueza de especies de euglosinas en América Central, con el porcentaje total de la fauna existente en Panamá	42
Anexo 3. Especímenes de Euglossinae capturados manualmente según atrayentes utilizados	42
Anexo 4. Clave para la identificación de especies de Euglossini presentes en la RHCT.....	43

RESUMEN

Las abejas Euglosinas (Hymenoptera: apidae: euglossini), también conocidas popularmente como Abejas de las Orquídeas, son importantes polinizadoras de los bosques y otros ecosistemas; son utilizadas como indicadoras de salud del bosque, por lo que algunas especies son altamente sensibles y otras altamente tolerables a ambientes degradados. Con el objetivo de determinar la diversidad de abejas de las orquídeas en áreas boscosas como en áreas de cultivos de la Reserva Hídrica de Cerro Turega (RHCT), Coclé, Panamá (N 08°37'09.3" y W 80°11'27.1"), se realizaron colectas tanto en sotobosque como en el dosel, por medio de trampas manuales (Bottle traps), al igual que colectas por método de zigzag, en las que se usaron tres esencias para atraer las abejas y ser recogidas por medio de una red entomológica; - durante 6 meses febrero a julio de 2019. Los especímenes colectados en el área de estudio fueron identificados a especies en el Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá. Se lograron un total de 769 especímenes de abejas de las orquídeas, clasificados en 22 especies y cuatro géneros de euglosinas para la R.H. Cerro Turega. El 91.8% del total corresponde al género *Euglossa*, siendo el género más abundante, seguido del 5.5% del género *Eulaema*, 1.8% al género *Exaerete* y el 0.9% correspondientes al género *Eufriesia*. El índice de diversidad de Shannon-Wiener para el total de la muestra fue de $H'=2.78$. Por otro lado, el índice de Simpson fue de $D_{si}=0.74$ y una dominancia de especies de $D= 0.26$. Se tomó en cuenta la efectividad de los métodos utilizados para este muestreo, estableciendo que no hay diferencias significativas (Mann-Whitney $U=48$; $P=0.1728$), por lo que ambos métodos son eficientes, para este tipo de estudios. Con el método de trampas

manuales se obtiene que el 75.23% pertenece al área abierta (cultivo), mientras que el 24.78% corresponde al área cerrada (boscosa). En cuanto a la altura de las trampas el 75.92% se colectaron en sotobosque y 24.08% en el dosel. En tanto que con el método de Zigzag, 59.9% de la muestra se colectó en área abierta (cultivos), y un 17.7% en área cerrada (boscosa); la esencia más atraída por las abejas fue la de eucalipto con el 77.1% de las colectas, siendo el género *Euglossa* con la mayor colecta. Según los datos obtenidos mediante la diversidad de abejas de las orquídeas presentes en el área de estudio, los sitios con mayor probabilidad de encontrar abejas euglosinas son las tierras bajas, en este caso, las trampas bottle traps colocadas en el sotobosque de la parcela con intervención antrópica, al igual que el método de zigzag utilizada en el mismo área. Para la R. H. Cerro Turega, la diversidad de abejas tiende a ser alta, por lo que es necesario mantener la conservación tanto de la flora como de la fauna en estas zonas.

INTRODUCCIÓN

Las abejas euglosinas (Apidae: Euglossini), son abejas de colores metálicos de tamaño mediano a grande y regularmente tienen la glossa muy larga, de allí su nombre de euglosinas (Powell y Powell, 1987). Estas abejas polinizan más de 50 familias de plantas tropicales, siendo muy importantes en los bosques y ecosistemas aledaños (Powell y Powell, 1987; Ramírez, Dressler y Ospina, 2002). A este grupo también se les llama abejas de las orquídeas debido a que los machos las visitan para coleccionar las fragancias que estas producen; por lo que desarrollan estructuras especializadas para facilitar la polinización (Ramírez et al., 2002). También se les ha considerado como indicadores de estado de conservación, debido a su respuesta ante los cambios en su entorno (Tonhasca, Blackmer y Albuquerque, 2000; Brito y Rêgo, 2001; Silva y Rebêlo, 2002).

La familia Apidae es la más numerosa y estudiada, ya que abarca a todas las abejas de comportamiento social, entre otras (Roubik, 1992). La importancia de las abejas silvestres como polinizadores en los ecosistemas es muy amplia dado que son ellas responsables del 80% de la polinización (Powell y Powell, 1987). Los polinizadores proveen de un servicio esencial a los ecosistemas que da como resultado la reproducción sexual de muchas plantas.

Benefician además indirectamente a la sociedad, incrementando la seguridad alimentaria por medio del papel que juegan en la conservación de la diversidad biológica en ecosistemas naturales y agrícolas; las señales de la deficiencia de polinizadores son más sutiles que en la agricultura, pero en consecuencia pueden causar la extinción local de especies vegetales, escasez de frutos y animales

frugívoros, la pérdida de la cobertura boscosa y la degradación y muerte de ecosistemas saludables (Eardley, Roth, Clarke, Buchmann, y Gemmil, 2006).

Ducke (1902) y Dressler (1982), destacaron que las abejas de las orquídeas prefieren los bosques húmedos, pero también destacaron que algunas especies habitan en sabana y bosque de galería.

En los últimos años se ha incrementado la preocupación social sobre la calidad del ambiente, la degradación de los ecosistemas, el cambio climático y la pérdida de la biodiversidad, tanto a nivel local como regional y mundial. Desde hace varias décadas, se considera la deforestación, la fragmentación y pérdida del hábitat, las principales amenazas para la biodiversidad terrestre.

De acuerdo con Samways, McGeoch y Nuevo (2010) las abejas han sido usadas como bioindicadoras, principalmente ecológicas y ambientales, puesto que muestran los efectos de los cambios ambientales como la alteración del hábitat, la fragmentación o el cambio climático, respondiendo predictivamente de manera observable y cuantificable a perturbaciones o a cambios en el estado del ambiente.

Existen más de 200 especies de Euglossini descritas; 76 se encuentran en América Central y el Sur de México, y 70 en Panamá y Costa Rica; estos dos países albergan el 38% de todas las especies descritas de Euglossini (Roubik y Hanson, 2004).

En Panamá, actualmente, se están realizando esfuerzos de colecta para determinar la diversidad de abejas silvestres del país (Enríquez, Yurrita, Ayala, Monroy y Marroquín, 2003; Enríquez, Yurrita, Ocheita, Jáuregui y Chau, 2004, Enríquez et al., 2008; Yurrita y Enríquez, 2004; Rodríguez, 2008). Los modelos de

distribución potencial de euglosinas ayudarán a establecer sitios de alta diversidad de euglosinas que aún no están bien explorados y para enfocar los esfuerzos de colecta en esas áreas. Por ello este trabajo contribuirá a tener una aproximación de la diversidad de las euglosinas, y al mismo tiempo la conservación en áreas boscosas, pues son consideradas indicadoras de estado de conservación, proporcionando así un parámetro de la diversidad y riqueza presente en la provincia de Coclé.

OBJETIVOS

A manera de determinar la diversidad de las abejas de las orquídeas presentes en Cerro Turega, Coclé, Panamá, se establecieron los siguientes objetivos.

Objetivo general

- Determinar la diversidad alpha y beta de abejas de las orquídeas en el dosel y sotobosque del Cerro Turega, Coclé, Panamá.

Objetivos específicos

- Colectar por medio de trampas manuales y método de zigzag las especies de abejas presentes en el cerro Turega.
- Identificar las especies más abundantes de la tribu Euglossini en cerro Turega, Coclé, Panamá.

- Crear una colección de referencias de las especies de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) del cerro Turega.

1. ANTECEDENTES

Los orígenes de las abejas de las orquídeas en el registro de los fósiles muestran que las *euglossa* de lengua larga, y aparentemente también las *eufriesea*, vivieron hace más de 20 millones de años, y para explorar los orígenes se utilizan diversas líneas de evidencia, incluyendo morfología comparada y estudios moleculares del ADN de las euglosinas.

En el mundo se conocen, aproximadamente, 18.000 especies de abejas de las más de 20.000 que se estiman (Michener, 2007). Las abejas tienen una alta riqueza en las regiones tropicales; también abundan en áreas templadas y cálidas, como en zonas áridas. La diversidad varía considerablemente en los ambientes tropicales húmedos, como es el caso de los trópicos del continente americano, en los que en comparación con África, la riqueza de abejas es mucho menor; pero tiende a aumentar en la región oriental. De tal manera, la riqueza disminuye progresivamente desde África, sur de Asia, Nueva Guinea, las islas Salomón y el noreste de Australia (Michener, 1979, 2007; Roubik, 1989).

En la región Neotropical, según Moure, Urban, y Melo (2013); Ascher y Pickering (2015), existen 7 familias de abejas compuestas por unas 5.000 especies, pero se estiman unas 150 para toda la región. Una de las familias más grandes es la

familia Apidae, donde se incluyen las euglosinas o mejor conocidas como abejas de las orquídeas.

La gran diversidad de euglosinas en Panamá y Costa Rica ocurre alrededor de los 800 metros sobre el nivel del mar (msnm.). En una elevación de estas, en cerro Campana (Panamá), se encontró la impresionante cantidad de 50 especies; sin embargo, mientras que la *Eufriesea* y *Eulaema* de cuerpos grandes aumentan su diversidad o abundancia en elevaciones altas, la diversidad de especies de euglosinas disminuye sustancialmente por encima de 1.200m de altura.

Taxonomía

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la tribu Euglossini

Taxonomía de las abejas de las orquídeas	
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Hymenoptera
Suborden:	Apocrita
Superfamilia:	Apoidea
Familia:	Apidae
Subfamilia:	Apinae
Tribu:	Euglossini

Las abejas euglosinas pertenecen a la tribu Euglossini (Apidae: Euglossinae) (Michener, 2000), el número de especies reportadas para la tribu se encuentra en

constante movimiento; no obstante, el último dato no publicado que se conoce es de 202 especies, incluyendo nombres no válidos (Ramírez et al., 2002).

Los estudios de Taxonomía se iniciaron en 1899 con Friese, y fue hasta 1967 que Moure publicó la primera lista de especies que incluía hasta ese momento 144 nombres válidos. Kimsey y Dressler (1986), realizaron la primera revisión y reunieron 166 especies válidas. Finalmente, el último trabajo extensivo que fue publicado se realizó por Kimsey en 1987 reportando 173 especies (Ramírez et al., 2002).

Características Generales

Son abejas robustas, de entre 8 y 30 milímetros, tienen lengua (glosa) muy larga, en algunos casos dos veces más larga que el cuerpo, de allí el nombre *Euglossa*. El grupo de las abejas de las orquídeas está compuesto por cinco géneros bien definidos (*Aglae*, *Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema* y *Exaerete*), presentes únicamente en la Región Neotropical (Kimsey & Dressler 1986, Kimsey 1987).

La tribu Euglossini está ubicada dentro de la subfamilia Apinae, junto con los abejorros sociales (Bombini), las abejas sin aguijón (Meliponini) y las abejas de miel (Apini) (Michener, 2000). Las hembras de estos cuatro grupos tienen un área muy extendida y lisa en la superficie externa de la pata posterior, llamada corbícula, la que utilizan para transportar polen y material para construir los nidos (Roubik y Hanson, 2004).

Estos moscos de miel tienen ciertos caracteres morfológicos, de los cuales se mencionan, la coloración que puede variar de dorada a azul o verde en todas sus

tonalidades con iridiscencia metálica y no metálica; el largo de la glosa o lengua, por lo regular se toma la medida a partir de la lengua retraída, y el número de dientes en las mandíbulas, que es un carácter muy utilizado a pesar de que pueden variar por el desgaste del uso que le dé la abeja (Roubik y Hanson, 2004).

Las abejas machos polinizan aproximadamente el 10% de las orquídeas Neotropicales ya que en sus visitas a las flores de orquídeas recogen compuestos aromáticos o químicos asociados, y principalmente visitan las flores de bajas altitudes todos los miembros de las subtribus, *Catasetinae* y *Stanhopeinae*, ya que producen estos compuestos químicos como la única recompensa para los polinizadores (Dressler 1981, 1982, 1993, b; Ackerman, 1983; Williams y Whitten, 1983; Ramírez et al. 2002; Roubik y Hanson, 2004).

Según Eltz (1999), los machos poseen adaptaciones únicas para la colecta de estas fragancias: poseen penachos en las tibias medias y los tarsos posteriores son notablemente agrandados. Al momento de la colecta de fragancias, los machos raspan la sustancia con sus tarsos anteriores pasándola a los tarsos medios y trasladándola a los tarsos posteriores agrandados, donde es depositada en una hendidura alargada que conduce a un órgano de almacenaje; no se conoce de dónde evolucionó el comportamiento de la colecta de fragancias, aunque algunos autores afirman que podría estar asociada al cortejo (Bembé, 2004; Roubik y Hanson, 2004).

Las abejas de las orquídeas se caracterizan por tener un vuelo bastante rápido, se conoce que algunos machos pueden llegar a volar hasta 23 km en un solo vuelo para conseguir alimento (Janzen, 1981). Esta característica está siendo muy

estudiada, y demostraría que estas abejas pueden ayudar al intercambio de polen en paisajes fragmentados (Tonhasca *et al.*, 2000; Brito y Rêgo, 2001; Silva y Rebêlo, 2002).

Distribución Geográfica

La tribu Euglossini está conformada por los géneros *Eulaema*, *Exaerete*, *Euglossa*, *Eufriesea* y *Aglae*. Los cuatro primeros géneros están distribuidos en el Trópico Americano, extendiéndose desde el sur de México hasta el centro de Argentina. El género *Aglae* que se encuentra restringido en una mínima área del Amazonas en Brasil.

El género *Eulaema* está representado por trece especies; en México hay ocho de estas (Roubik y Hanson, 2004). Este género tiene las abejas más grandes del grupo y no cuentan con iridiscencia. También presenta el mayor rango altitudinal, está presente desde los 0 hasta los 2700 msnm (Ramírez *et al.*, 2002; Roubik y Hanson, 2004).

Al género *Exaerete* pertenecen las abejas de colores metálicos, sin un patrón de distribución característico. Cuenta con seis especies de las cuales cinco se reportan para México y Centroamérica. Se caracterizan por el cleptoparasitismo hacia los géneros *Eufriesea* y *Eulaema*. Son abejas de tierras bajas, y algunas especies se encuentran hasta los 2600 msnm (Ramírez *et al.*, 2002; Roubik y Hanson, 2004).

El género *Euglossa* es el mayor grupo en la tribu, con más de 100 especies. Lo conforman abejas metálicas, 43 de las cuales están reportadas para México y Centroamérica. Este género es de mucha controversia taxonómica, dado que sus caracteres son sutilmente variables. La mayoría de especies son de tierras bajas, 800 msnm, pocas llegan a los 1500 msnm (Ramírez *et al.*, 2002; Roubik y Hanson, 2004). El género *Euglossa* cuenta con el mayor número de especies luego de *Eufriesea*, con más de 60 representantes de las cuales 20 se reportan para México y Centroamérica.

Según Roubik y Hanson (2004), son abejas poco comunes en las colecciones por su alta estacionalidad. Son grandes y por lo regular tienen el mesosoma oscuro. Son moscos de miel de tierras bajas que rara vez sobrepasan los 1000 msnm. En general, la mayor diversidad de euglosinas se encuentra a 800 msnm, presentando una alta afinidad a los trópicos húmedos en donde generalmente conforman la cuarta parte de la diversidad de las abejas que los habitan (Ramírez *et al.*, 2002; Roubik y Hanson, 2004).

Las montañas y los valles de América Central son lugares ideales para el desarrollo de las comunidades de euglosinas. En Guanacaste (Costa Rica) los bosques fuertemente estacionales, con épocas alternas húmedas y secas, están a distancia de vuelo de las montañas y bosques húmedos (Janzen, Devries, Higgins y Kimsey, 1982). En Panamá que tiene 3.5 metros de precipitación anual, los bosques de tierra baja, están separados por solo 70 km de los que reciben la mitad de esa cantidad de lluvia, y a menudo las abejas vuelan entre los hábitats adyacentes (Roubik, 2001).

Comportamiento

Las euglosinas son abejas parasociales, nidifican en cavidades en los árboles, en el suelo o en el envés de las hojas. Las hembras forman su nido con resinas y lodo. Primero construyen la celda, la aprovisionan con polen, ovipositan un huevo por celda y la cierran inmediatamente para continuar con la próxima celda. Por otro lado, los machos abandonan el nido inmediatamente al nacer, al igual que la mayoría de las hembras.

Se conoce muy poco sobre los hábitos de nidificación de las euglosinas, ya que los nidos de estas abejas no se encuentran fácilmente; existen datos solo para, aproximadamente, el 15% de las especies (Dressler, 1982; Young, 1985; Garófalo *et al.*, 1993). En estas abejas se presenta cierto nivel de traslape de generaciones, pero aún no existe ningún tipo de cooperación entre ellas (Roubik, 1992; Cameron y Ramírez, 2001; Cameron, 2004).

Importancia y conservación

Las euglosinas son responsables de la polinización de un gran número de plantas Neotropicales. En un estudio realizado en Chiapas, México por Arriaga y Hernández (1998), se encontró que las hembras de una sola especie visitaban 74 especies de 42 familias diferentes de plantas. De los machos euglosinos se conoce que visitan especies similares a las hembras (Ramírez *et al.*, 2002), sin embargo, ellos seleccionan las especies con polen y néctar de “mejor calidad”, y de esta manera se cree que ellos disminuyen el tiempo y la energía empleada en la búsqueda de alimento para dedicarse mayormente a la colecta de fragancias (Roubik, 1992).

Se han realizado pocos trabajos para determinar las especies de plantas que son visitadas por las euglosinas en búsqueda del néctar y polen para aprovisionar a sus crías (Ramírez, 2002). No obstante, se cree que este grupo mantiene una estrecha relación con las orquídeas, puesto que les ofrecen recursos aromáticos con los cuales obtienen feromonas usadas en la reproducción (Nates-Parra, 2016).

López (1963), fue el primero en registrar los atrayentes que agradan a las Euglosinas y después Kaiser (1993), encontró estas sustancias químicas en seis géneros de orquídeas, dos de los cuales (*Lycaste* y *Houlletia*) eran polinizados por euglosinas machos. Williams y Whitten (1983), Gerlach y Schill (1991) y Kaiser (1993) hicieron una lista de los compuestos de aromas que se encuentran en las orquídeas y atraen a las abejas euglosinas. Es necesario destacar que la interacción entre abejas/plantas, es de vital importancia para la reproducción y dispersión de las orquídeas en los bosques del Neotrópico a mediana y baja altitud (Ramírez, Dressler y Ospina, 2002; Otero y Sandino, 2003).

Se ha observado que el olor del fruto de la vainilla cautiva al macho de *Eulaema*, el que también colecta sus semillas y las dispersa (Dressler, 1993). Mientras que un compuesto parecido al escatol se encontró en el néctar de las flores de *Couratari* y *Eschweilera*, pertenecientes a la familia de las Lecythidaceae (Knudsen y Mori, 1996; Knudsen, Andersson, y Bergman, 1999; Knudsen 2003).

Las abejas son el más importante grupo particular de polinizadores y su conservación es vital para la continua supervivencia y dinámica de las áreas naturales. Como se ha visto, las abejas de las orquídeas son un componente significativo de las comunidades de abejas de los bosques Neotropicales.

De cara a la actual deforestación, las euglosinas pueden proporcionar rápidamente datos útiles, tanto sobre la frecuencia de las visitas de las abejas de las orquídeas, como sobre la abundancia y fenología de las especies de abejas y plantas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en la Reserva Hídrica de cerro Turega; el sitio comprende dos áreas de estudio; uno en área abierta intervenido por el ser humano y otro en área cerrada de ámbito boscoso, localizado en la provincia de Coclé, República de Panamá.

- Área abierta (cultivo): ubicado (N 08°37'09.3" y W 80°11'27.1") a una altura de 421 msnm y área de dos Km², que comprende en su mayoría cultivos de café, plátanos, naranjos, yuca, maíz y otras labranzas artesanales que las personas del área tienen para consumo propio.
- Área cerrada (bosque): ubicado (N 08°37'21.7" y W 80°11'03.5") con una altitud de 445 msnm y un área aproximada de cuatro Km². Comprende vegetación de galería, vegetación en regeneración, parches y vegetación primaria.

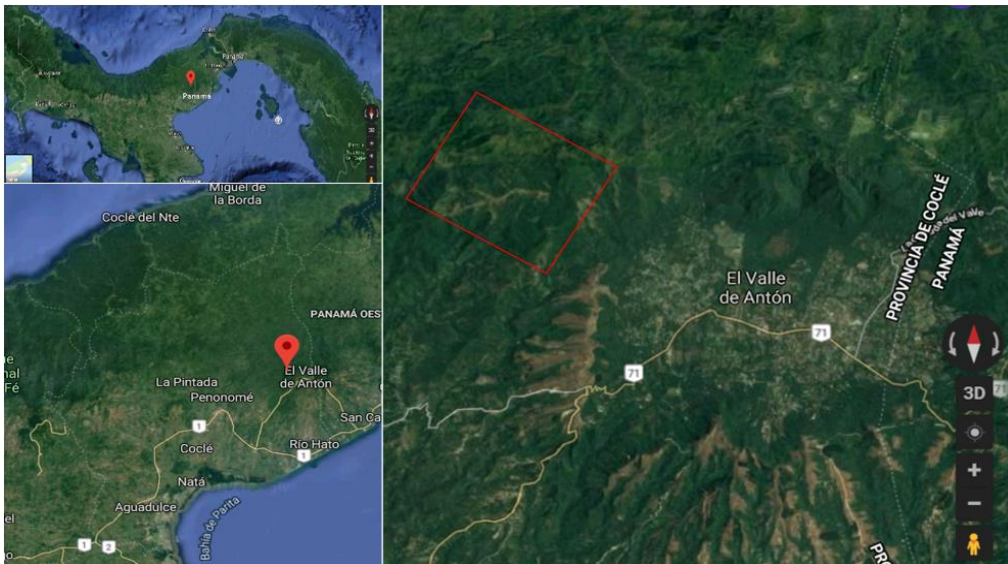


Figura 1. Fragmento de bosque, Cerro Turega, Penonomé.

Fuente: Googlemap.com, 2019.

2.2. Diseño experimental

Se escogieron dos sitios, uno con intervención antrópica y otro con bosque conservado, en el que se colocaron 24 trampas manuales con botellas de plástico (2.25 L), siendo así un estudio cuantitativo. Según Walker (2005), se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya naturaleza sea representada por modelos numéricos, lo que adopta una estrategia sistemática para cuantificar relaciones entre variables para así determinar las especies de abejas de las orquídeas por medio de índices estadísticos como Shannon y Simpson, evaluando los índices de abundancia y diversidad.

2.3. Metodología de campo

En este estudio como técnica de colecta se utilizaron trampas manuales hechas con botellas de plástico (2.25 L) y (600 mL) con cebos para abejas de las orquídeas, que consisten en esencias aromáticas como el eucalipto que embeben el algodón guindado desde las trampas al momento de colocarlas en el campo (Nemésio y Silveira, 2006). Se utilizaron en total 18 árboles; 9 árboles en la parcela con intervención antrópica y 9, en la parcela con bosque conservado; Fue un total de 24 trampas manuales con botellas, de las cuales 12 estuvieron fijas en cada parcela durante 15 días: 6 en el dosel y 6 en el sotobosque, mientras que las otras 12 fueron trampas con polea colocadas aleatoriamente entre el dosel y el sotobosque cada 15 días.

La distancia que separó las trampas fijas fue de aproximadamente 40 metros en cada árbol y las aleatorias fueron de mínimo 25 metros. Las trampas manuales aleatorias se revisaron 2 horas en la mañana (8:00am - 10:00am) y 2 horas en la tarde (2:00pm - 4:00pm) en cada zona de muestreo.

También se realizaron colectas manuales en forma de “zigzag”, en la que se estableció un transepto de tres diagonales en las dos áreas de estudios con hilo pabilo, amarrado de extremo a extremo de cada árbol, a una altura de 1.60 a dos metros del suelo, en donde se colocaron los tres atrayentes aromáticos como aceite de clavo, vainilla y eucalipto, impregnados en algodón para atraer a los machos de euglosinas, y con ayuda de una red entomológica se realizaron las capturas en el tiempo intermedio de los muestreos mencionados (Nemésio y Morato, 2006)

Las muestras obtenidas por esta eficaz técnica fueron colectadas dos veces al mes, durante 6 meses. Los individuos colectados se preservaron en recipientes con alcohol al 70% y rotulados; las muestras fueron llevadas al Museo de Invertebrados G. B. Fairchild (MIUP), en la que se realizó la identificación de los especímenes utilizando la clave de Roubik y Hanson (2004), con ayuda de un estereomicroscopio y lupas. Se fueron seleccionando y separando los géneros de abejas que se tenían en estudio, en este caso los euglosinos; de esta forma se analizaron cada una de las muestras obtenidas en las trampas y método de zigzag, y así los especímenes separados de acuerdo al género y especie, fueron montados con alfileres N°.1 y rotulados para posteriormente ser colocados en cajas entomológicas.

2.4. Análisis estadístico

Los datos recolectados en cada gira de muestreo fueron colocados en una base de datos de Microsoft Excel 2016. Posteriormente, fueron analizados en porcentajes por número de colectas de métodos usados y géneros identificados. Los datos obtenidos durante los 6 meses de muestreo fueron examinados en el programa GraphPad Prisma 7.0, con pruebas no paramétricas de Mann Whitney test, para comparar las áreas de estudio y la efectividad de los métodos empleados.

3. RESULTADOS

Durante las 12 giras de campo llevadas a cabo a la Reserva Hídrica de cerro Turega se colectaron 769 individuos de abejas de las orquídeas, que posteriormente fueron identificadas en el laboratorio, reportándose cuatro géneros para Panamá por Roubik y Hanson (2004): *Euglossa*, *Exaeretes*, *Eulaema* y *Eufriesia*.

De la muestra total identificada durante los seis meses de muestreo el 91.8% (n=706) corresponde al género *Euglossa*, siendo el género más abundante; el 5.5% (n=42) al género *Eulaema*; 1.8% (n=14) al género *Exaerete* y el 0.9% (n=7) correspondientes al género *Eufriesia* (Figura 2).

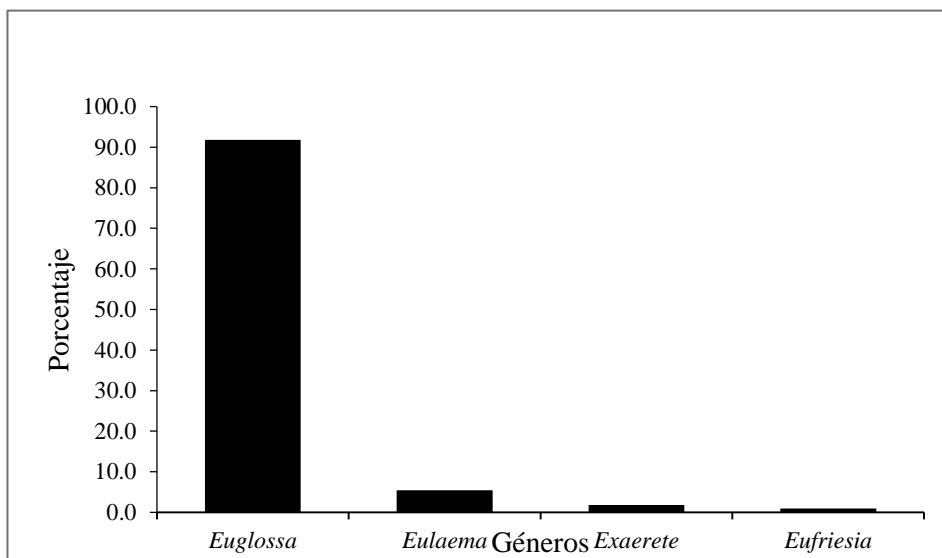


Figura 2. Porcentaje de abundancia de géneros de la tribu Euglossini, colectados en el período de muestreo en la RHCT.

Del género *Euglossa* se identificaron 14 especies; en cuanto al género *Eulaema*, se registraron cuatro especies, y del género *Exaerete* y *Eufriesia* se identificaron dos especies para cada uno de estos (Figura 3).

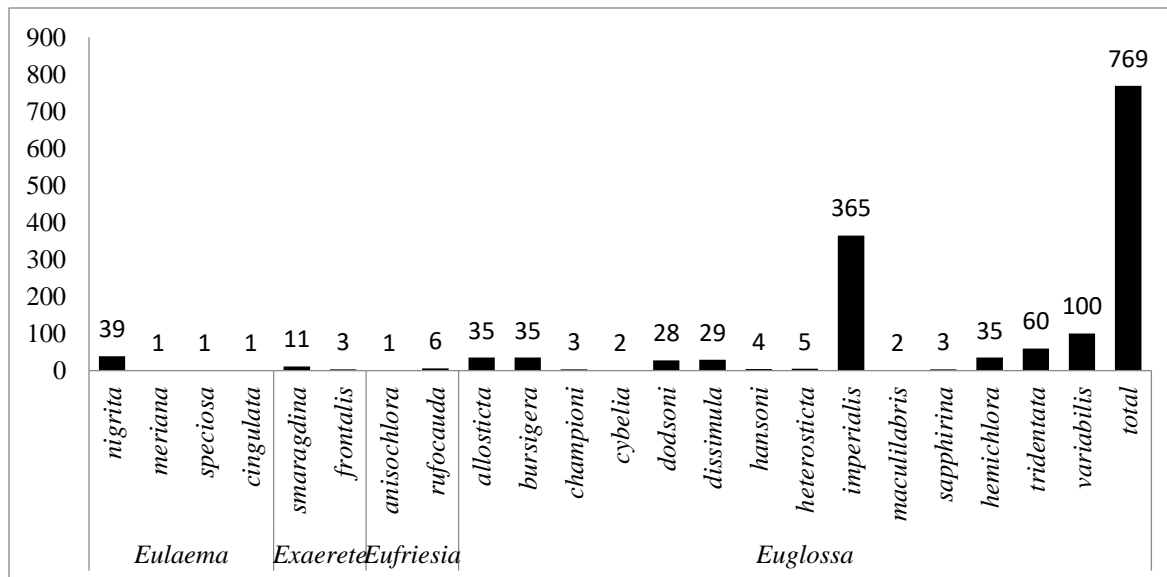


Figura 3. Cantidad total de especies registradas por género de la Tribu Euglossini en la RHCT.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener arrojó un resultado de $H' = 2.78$, dando una alta diversidad de especies en la Reserva Hídrica de cerro Turega. De igual forma se utilizó el índice de Simpson resultando un índice de $D_{si} = 0.74$ (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índices de diversidad de abejas de las orquídeas presentes en La RH Cerro Turega.

Meses	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
H'	2.75	2.43	2.19	2.10	2.09	1.74	2.78
D	0.73	0.86	0.85	0.88	0.89	0.89	0.74
S	175	134	127	112	105	97	769
%	22.76	17.43	16.51	14.56	13.65	12.61	100

H'=Índice de Shannon-Wiener; D=Índice de Simpson; S=Total de especies; %=Porcentaje

6.1 Diversidad de géneros y especies en cuanto al método de muestreo.

En este muestreo se usaron dos métodos, con los que se logró medir la efectividad de cada uno durante el tiempo de estudio. Los datos recolectados en ambos métodos de muestreo fueron analizados con la prueba de Mann Whitney test, en el programa Grapad Prisma 7.0, arrojando que no existen diferencias significativas entre los datos recolectados a través de los dos métodos (Mann-Whitney U= 48; P=0.1728) (Figura 4).

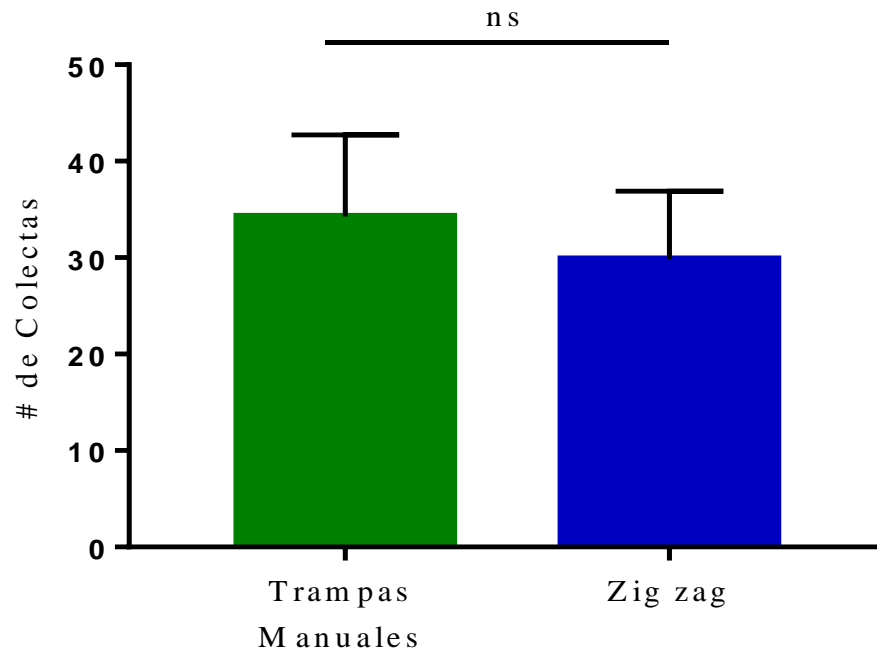


Figura 4. Media de colectas por métodos de muestreo utilizados para la captura durante el estudio. ^{ns}p>0.05.

6.1.1 Método de trampas manuales

En el método de trampas manuales se colectaron un total de N=436 especímenes de la tribu Euglossini. Tomando en cuenta las dos áreas muestreadas (área cerrada y área abierta), se obtiene que el 75.23% (n=328) de la muestra pertenece al área cerrada, mientras que el 24.78% (n=108) corresponde al área abierta. La prueba de Mann Whitney test arrojó que hay diferencia significativa en el número de muestras colectadas en ambas áreas (Mann-Whitney U=0; P<0.001), (Figura 5). En el área abierta el género con más colectas fue *Euglossa* con el 88.7%, seguido de *Eulaema* con 7.0%, *Exaeretes* con 2.7% y *Eufriesia* con el 1.5%. En tanto que, para el área cerrada, *Euglossa* obtuvo el 93.5%, *Eulaema* 3.7%, *Exaeretes* 1.8% y *Eufriesia* con el 0.9%.

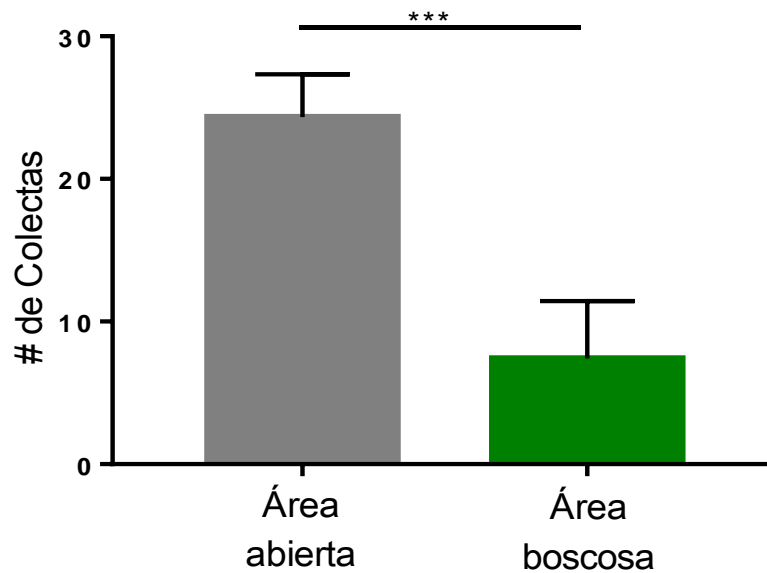


Figura 5. Promedio de colectas comparando la cantidad de individuos en las dos áreas de estudio (abierto/boscosa). ***p≤0.001.

Por otro lado, comparando la cantidad de colecta entre sotobosque y dosel, se obtiene que para el sotobosque se recogió un total de 75.92% (n=331) y para el dosel fue de 24.08% (n=105). Según la prueba de Mann Whitney test existe diferencia significativa si comparamos ambos estratos (Mann-Whitney U=0; P=0.002), (Figura 6). En el sotobosque el género más recolectado fue *Euglossa* con el 93.3% de la muestra, *Eulaema* con 5.7% y *Exaeretes* con 0.9%. En contraste, para el dosel el género *Euglossa* obtuvo el 88.8%, *Eulaema* 6.4%, *Exaeretes* 3.0% y *Eufriesia* el 1.8%.

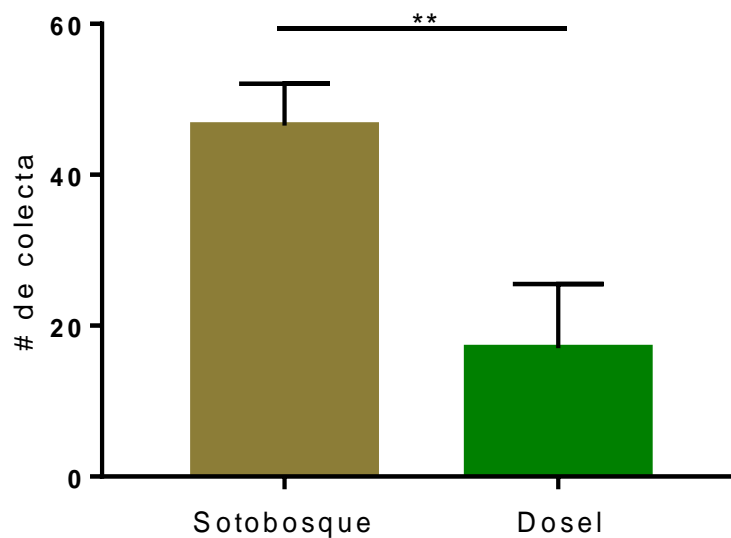


Figura 6. Promedio de colectas comparando la cantidad de muestra por cada estrato estudiado. **p=0.002.

6.1.2 Método de Zigzag

Con el método de Zigzag se colectó un total de 333 individuos de abejas de las orquídeas, de los cuales para el área abierta de cultivos se obtiene un porcentaje

de 59.9% de la muestra; sin embargo, para el área boscosa, el 17.7% de la misma. También existen diferencias significativas en la cantidad de colecta en ambas áreas usando este método (Mann-Whitney U=0; P=0.002), (Figura 7).

Por otra parte, tomando en cuenta los géneros colectados, el género *Euglossa* obtiene el 94.22%, el género *Eulaema* con 4.50%, *Exaeretes* con 0.90% y *Eufriesia* con el 0.30%.

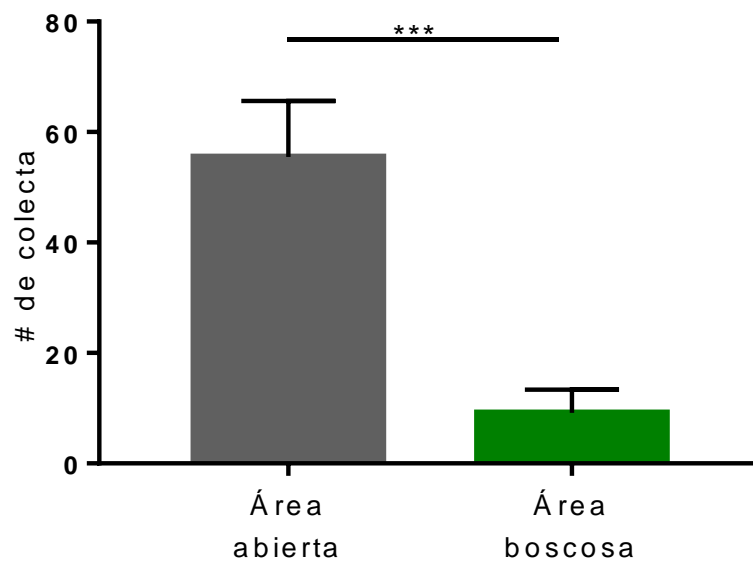


Figura 7. Promedio de colectas comparando la cantidad de individuos, mediante el método de zigzag, en las dos áreas de estudio (abierto/boscosa). **p=0.002.

Se utilizaron tres tipos de esencias como atrayentes (eucalipto, vainilla, aceite de clavo). De ellas, la esencia de eucalipto fue la más efectiva para lograr los

especímenes, con el 77.18% del total de las muestras, mientras que el 12.0% de vainilla y el 10.8% aceite de clavo (Figura 8).

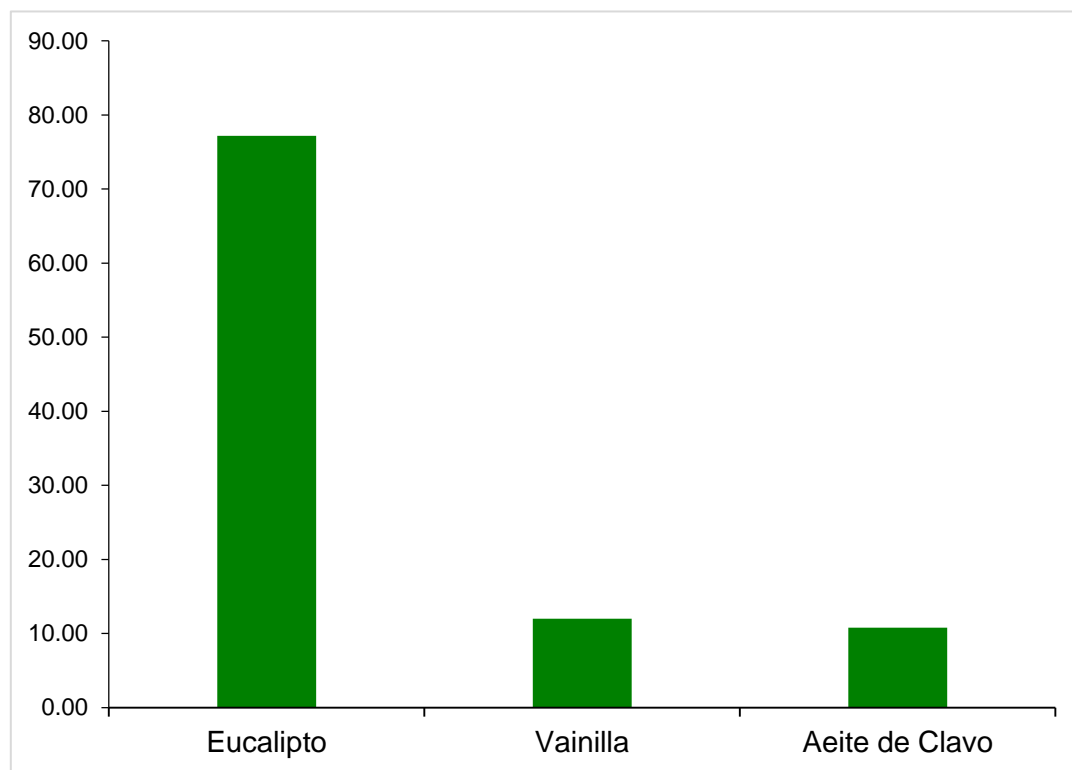


Figura 8. Porcentaje de colecta comparando las tres esencias utilizadas para el muestreo.

Cuadro 3. Diversidad de género y especies de la Tribu Euglossini y métodos de colecta durante el período de muestreo.

Género	Especie	Método de Colecta			Total
		TMD	TMS	MZ	
Eulaema	<i>Eulaema nigrita</i>	6	19	14	39
	<i>Eulaema meriana</i>	0	0	1	1
	<i>Eulaema speciosa</i>	0	1	0	1
	<i>Eulaema cingulata</i>	0	1	0	1
Exaerete	<i>Exaerete smaragdina</i>	1	7	3	11
	<i>Exaerete frontalis</i>	0	3	0	3
Eufriesia	<i>Eufriesia anisochlora</i>	0	1	0	1
	<i>Eufriesia rufocauda</i>	0	5	1	6
Euglossa	<i>Euglossa allosticta</i>	5	18	12	35
	<i>Euglossa bursigera</i>	7	22	6	35
	<i>Euglossa championi</i>	0	1	2	3
	<i>Euglossa cybelia</i>	0	1	1	2
	<i>Euglossa dodsoni</i>	4	14	10	28
	<i>Euglossa dissimula</i>	3	14	12	29
	<i>Euglossa hansonii</i>	1	1	2	4
	<i>Euglossa heterosticta</i>	2	2	1	5
	<i>Euglossa imperialis</i>	43	131	191	365
	<i>Euglossa maculilabris</i>	0	1	1	2
	<i>Euglossa sapphirina</i>	0	1	2	3
	<i>Euglossa hemichlora</i>	5	18	12	35
	<i>Euglossa tridentata</i>	9	28	23	60
	<i>Euglossa variabilis</i>	19	42	39	100
Total		105	331	333	769

TMD: Trampas Manuales de Dosel; **TMS:** Trampas Manuales de Sotobosque;

MZ: Método de Zigzag.

4. DISCUSIÓN

Durante la fase de muestreo, entre los meses de febrero a julio de 2019, se colectaron un total de 769 especímenes de la tribu Euglossini que se distribuyen entre los cuatro géneros presentes en el Neotrópico (Roubik y Hanson, 2004; Koo-Chong y Santos, 2014). En este estudio el género más abundante fue *Euglossa* con 91.8% de la muestra total y 14 especies identificadas, lo que coincide con estudios realizados en el parque nacional Omar Torrijos Herrera, donde se recogieron 21 especies de dicho género, representando el 68% de la muestra (Guardia y Santos, 2014), y con otros estudios realizados en la península de Azuero (Santos y Añino, 2016), al igual que en el parque nacional Chagres (Koo-Chong y Santos, 2014).

Según los datos recopilados para las dos áreas de estudio se reportan 22 especies de euglosinas. Según Roubik y Hanson (2004), existe un total de 65 especies de euglosinas en Panamá, que arrojan el 35% de un total de 183 especies reportadas para el Neotrópico, lo que indica que se encontró, aproximadamente el 12% de las especies reportadas en Panamá.

El género que presentó mayor diversidad de especies y abundancia de especímenes, en ambos sitios, fue *Euglossa*. En los dos lugares, las especies más abundantes fueron: *Euglossa imperialis*, *Euglossa variabilis* y *Euglossa tridentata*. Estos resultados también coinciden con los obtenidos en el estudio de abejas de las orquídeas en la comarca guna de Madungandí en la República de Panamá (Santos, Muñoz, Medianero, Osorio y Carranza, 2012), en donde estas especies también abundaron.

Las variedades del género *Euglossa*, según autores, pueden considerarse como exclusivas de ambientes en aceptable o buen estado de conservación, ya que se ubican en lugares donde la diversidad en composición de especies, tamaños y formas biológicas, en general, fue alta y no se presentan en lugares donde el deterioro del medio es evidente (Parra, Tupac, Otero, Sandino, Ospina, 2016).

La especie *Euglossa imperialis* (365 individuos), fue una de las más capturadas, y sobre la que se realizaron abundantes estudios en la Reserva Forestal La Tronosa, provincia de Los Santos, República de Panamá (Santos, 2009) y en otros estudios llevados a cabo en un bosque tropical húmedo, en Monte Fresco, cerro Azul, en la provincia de Panamá (Santos, 2011). Esto tiene su explicación en que es una especie de amplia distribución, que va desde México hasta Brasil, encontrándose desde tierras bajas hasta casi los 1800 msnm, y por ser una especie generalista, que busca alimento en una gran variedad de especies de orquídeas y otras plantas (Roubik & Hanson, 2004).

El índice de diversidad de Shannon Wiener determinó que para la Reserva Hídrica cerro Turega, esta es alta en los meses de verano, mientras que tiende a bajar en los meses de transición a la temporada lluviosa. Por otro lado, se presentó una dominancia de las especies en particular, con el índice de Simpsons. Sin embargo, se sugiere que se hagan estudios completos y específicos en cuanto a la variación de diversidad en ambas temporadas, puesto que estos resultados dependerán de los compuestos utilizados, las condiciones de humedad y temperatura del hábitat muestreado; por lo que no es una referencia confiable en cuanto a la abundancia de ciertas especies, como sugiere Dressler (1969).

El comportamiento referente a la abundancia, sí mostró diferencias significativas en cuanto al número de individuos por especies, dado que fue mucho mayor en el sotobosque que en el dosel, al igual que en estudios realizados en el parque nacional Darién, República de Panamá (Santos, 2014).

La mayoría de las especies capturadas se encontraron en el estrato del sotobosque; este comportamiento también fue reportado por otros autores donde el número de individuos por especies tiende a ser más abundante en el sotobosque (Santos *et al.*, 2012). Lasso, Ortiz, y Villalobos (1997), manifiestan que las abejas de las orquídeas, para evitar sobrecalentarse, se valen de diferentes técnicas de forrajeo, ya sea haciéndolo a determinadas horas del día, seleccionando las áreas de forrajeo en la sombra (sotobosque), cambiando la velocidad de vuelo y la frecuencia de descansos. Es posible que las aparentes diferencias en captura por estrato puedan deberse simplemente a diferencias en estrategias de forrajeo, mencionados anteriormente.

En cuanto a la metodología de trampas de botella, es un método efectivo, práctico y puede alcanzar diferentes estratos del bosque o para coleccionar durante mucho tiempo y en más sitios particularmente. No obstante, Veiga y Barbosa (2015), señalan que los métodos pasivos de trampas de botella son menos representativos de la diversidad de machos euglosinos presentes que los muestreos activos con redes entomológicas, pero que ofrecen una alternativa eficiente para diseños de muestreos en varios sitios simultáneamente.

Para los dos sitios en conjunto, el atrayente más efectivo fue la esencia de eucalipto, representando más de la mitad de los individuos coleccionados, en tanto que

el atrayente menos efectivo fue el aceite de clavo, lo que concuerda con los estudios de Koo-Chong y Santos (2014). Según Armbruster y McCormick (1990), las moléculas de los aromas se dispersan mejor en un clima cálido, posiblemente la esencia de eucalipto se dispersa más rápido en ambientes tropicales como lo es el área de estudio, por lo que tiene mayor nivel de atracción para los machos de abejas.

Las euglosinas, como la mayoría de los insectos diurnos, necesitan de la radiación solar para entrar en actividad, mas la misma en gran intensidad puede afectarles; por ello, la actividad disminuye conforme se acerca el mediodía (Barth, 1991). Es así que resultan más atractivas entre las 10 y 11 de la mañana (Armbruster y McCormick, 1990).

Según los resultados obtenidos, se infiere que las abejas no se presentaron mucho en el área cerrada debido a la sombra de la cobertura boscosa, pero para el área de cultivos o área abierta, fue más efectivo el uso de los métodos, ya que había mayor intensidad de la luz solar. De igual forma, es importante destacar la temporada, debido a que las abejas suelen ser activas durante todo el año, pero acostumbran ser más frecuentes en la temporada de lluvias, teniendo al mes de marzo como el de mayor abundancia (Orleans, 2009).

5. CONCLUSIONES

- Este trabajo representa un aporte valioso para el conocimiento de la diversidad de abejas de las orquídeas en Panamá, específicamente en el cerro Turega, en la provincia de Coclé, en el que, se colectó un total de 769 especímenes, de los cuales se obtuvieron 22 especies de euglosinas, siendo el género *Euglossa* el que presentó mayor diversidad con un total de 14 especies, seguido del género *Eulaema* con 4 especies, el género *Eufriesea* con 2 especies y el género *Exaerete* con 2 especies.
- El género *Euglossa* se encuentra dividido entre las especies generalistas, distribuidas en casi todo el país y las especies especialistas, restringidas en algunos casos a áreas protegidas o a sitios de moderado grado de conservación.
- El mes con mayor abundancia de especímenes de Euglosinas capturadas, desde febrero hasta julio, fue el mes de febrero con 175 individuos, mientras que el mes con menor abundancia fue mayo con 108 especímenes, y puede deberse a los cambios estacionales presentes en el trópico.
- En los datos de los especímenes capturados se destaca la preferencia de esencia de colecta donde predomina el atrayente químico eucalipto, en los dos sitios de colecta, lo que puede responder a la similitud de la esencia de eucalipto con el de las orquídeas; de allí el fuerte impacto en la colecta de estos ejemplares.

6. RECOMENDACIONES

- Incrementar las colectas en los sitios de alto potencial de presencia de euglosinas para completar el estudio de especies para la provincia de Coclé.
- Presentar los resultados de este trabajo al Ministerio de Ambiente - Regional de Coclé, de modo que sea tomado como una herramienta científica para sustentar la valiosa conservación de la Reserva Hídrica cerro Turega.
- Efectuar observaciones biológicas y ecológicas completas en campo sobre las interacciones de las diferentes especies de la Tribu Euglossini en Panamá.
- Realizar inventarios florísticos de orquídeas presente en la reserva y determinar la importancia y la relación entre estas y la abundancia de especies de abejas en esta área protegida.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ackerman, J. D. (1983^a). *Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in central Panama. Ecology, 64: 274 – 283.*

Armbruster, y McCormick, (1990). *Diel foraging patterns of male euglossine bees: ecological causes and evolutionary response by plants. Biotropica, 25: 122-128.*

- Arriaga, E., y Hernández, E. (1998). *Resources foraged by Euglossa atrovoneta (Apidae: Euglossini) at Unión Juárez, Chiapas, Mexico*. A palynological study of larval feeding. México. *Apidologie*, 29: 347-359.
- Ascher, J. S., y Pickering, J. (2015). *Discover life Apoidea, species guide*. [base de datos]. Disponible en internet: <<http://www.discoverlife.org>>. [con acceso el 20/09/2018].
- Barth, F. (1991). *Insects and Flowers, the Biology of a Partnership*. Princenton University Press, Princenton.
- Bembé, B. (2004). *Functional morphology in male euglossine bees and their ability to spray fragrances (Hymenoptera, Apidae, Euglossini)*. Alemania. *Apidologie*, 35: 283-291.
- Brito, C. M., y Rêgo, M. (2001). *Community of male euglossini bees (hymenoptera: apidae) in a secondary forest, alcântara, ma, Brazil*. Brasil. *Braz. J. Biol.*, 61(4): 631-638.
- Cameron, S. A. (2004). *Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (euglossini)*. Usa. *Ann. Rev. Of entomology*, 49: 377-404.
- Cameron, S. A., y Ramírez S. (2001). *Nest architecture and nesting ecology of the orchid bee Eulaema meriana (hymenoptera: apinae: Euglossini) USA*. *J. Of the kansas ento. Society*, 74 (3): 142-165.
- Dressler, R. L. (1969). *Species diversity of Euglossa in Panama*. *Ecology*, 50:713-716.

- Dressler, R. L. (1981). *The orchids, Natural History and classification*. Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press, 332p.
- Dressler, R. L. (1982a). *Biology of the orchid bees (Euglossini)*. *Annual review of ecology and systematics*, 13:373-394.
- Dressler, R. L. (1993a). *Field guide to the orchid of Costa Rica and Panama*. Ithaca, New York, Comstock Publishing, 374p.
- Ducke, A. (1902). *As Especies Paraenses do género Euglossa latr. Bol. Mus goeldi*, 3:561-575.
- Eardley, C., Roth, D., Clarke, J., Buchmann, S., y Gemmil, B. (2006). *Pollinators and pollination: a resource book for policy and practice*. African pollinator initiative. Pretoria, south africa. 92p.
- Eltz, T. (1999). *Fragrance collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees*. *Usa. J. Of chem. Ecology*, 25(1): 157-176.
- Enríquez, E., Yurrita C. L., Ayala, R., Monroy, C., y Marroquín, A. (2003). *Listado preliminar de las abejas sin aguijón de Guatemala*. III seminario mesoamericano sobre abejas sin aguijón. Tapachula, México. P.142.
- Enríquez, E., Yurrita C. L., Ocheita, J., Jáuregui, R., y Chau, P. (2004). *Desarrollo de la crianza de abejas sin aguijón -meliponicultura- para el aprovechamiento y comercialización de sus productos, como una alternativa económica sustentable en el área del triffinio, chiquimula*. Informe técnico. Proyecto agrocyt 037-2002. 178pp.

- Enríquez, E., Yurrita, C. L., Vásquez, M., Dardón, M. J., y Armas, G. (2008). *Diversidad de potenciales polinizadores del grupo de los insectos en el parque nacional Laguna Lachúa y su zona de influencia a lo largo de un año*. Informe técnico, fodecyt.
- Garófalo, C. A. (1985). *Social structure of Euglossa cordata nest (Hymenoptera: Apidae: Euglossini)*. *Entomol. Gener.*, 11:77-83.
- Garófalo, C. A. (1992). *Comportamento de nidificacao e estrutura de ninhos de Euglossa cordata (Hymenoptera: Apidae: Euglossini)*. *Rev. Bras. Biol.*, 52:187-198.
- Garófalo, C. A., E. Camillo, J. C., Serrano., y Rebelo, J. M. (1993). *Utilization of trap nest by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae)*. *Rev. Bras. Biol.*, 53:177-187.
- Gerlach, G. y Schill, R. (1991). *Composition of orchid scents attracting euglossine bees*. *Bot. Acta* 104:379- 391.
- Guardia, R. E., y Santos, M. A. (2014). *Diversidad y estratificación vertical de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Euglossinae) del Parque Nacional Omar Torrijos Herrera, Coclé, Panamá*. *Centros* 3(2): 1-16.
- Janzen, D. H. (1981). *Reduction in Euglossine bee species richness on Isla Del Caño, a Costa Rican offshore island*. *Costa Rica. Biotropica*, 13(3): 238-240.

- Janzen, D.H., Devries, P. J., Higgins, M. L., y Kimsey, L. S. (1982). *Seasonal and site variation in Costa Rican Euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forests. Ecology* 63:109-153.
- Kaiser, R. (1993). *The scent of orchids*. Basel, Editiones Roche, 259 p.
- Kimsey, L. S. (1987). *The behaviour of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the question of leks. USA. Anim. Behav.* 28: 996-1004.
- Kimsey, L.S., y Dressler., R. L. (1986). *Synonymic species list of Euglossini. Pan. – Pac. Ent.* 62: 229- 236.
- Knudsen J. T. (2003). *Variation in floral scent composition within and between populations of Geonoma macrosrachys (Arecaceae) in the western Amazon. Amer. J. Bot.* 89: 1772- 1778.
- Knudsen, J. T., Andersson, S., y Bergman, P. (1999). *Floral scent attraction in Geonoma macrosrachys, an understory palm of the Amazonian rain forest, Oikos*, 85: 409- 418.
- Knudsen, J. T.; Mori, S.A. (1996). *Floral scent and pollination in Neotropical Lecythidaceae. Biotropica*, 28: 42-60.
- Koo S., y Santos M. A. (2015). *Diversidad y abundancia de las abejas de las orquídeas en los bosques nubosos del parque nacional Chagres, Panamá, República de Panamá. Centros* 4: 168-187.

- Lasso, E., Ortiz, P., y Villalobos, F. (1997). *Influencia de la temperatura y humedad en la distribución vertical de abejas de la subfamilia Euglossini*. Course Book. 71 – 73pp.
- López, D. (1963). *Two attractants for L. J. Eulaema tropica* Econ. Entomol. 56: 540.
- Michener, C. D. (1979). *Biogeography of the bees*. *Annals of the Missouri botanical garden*, 66(3): 277-347.
- Michener, C. D. (2000). *The bees of the world*. Maryland, USA. Johns hopkins press, 913p.
- Michener, C. D. (2007). *The bees of the world*. The Johns Hopkins University press. Baltimore and London. EE.UU. 913 pp.
- Moure, J. S. 1995. *Notas sobre algunas especies de abejas da Bahia, Brasil e Venezuela (Hymenoptera: Apidae)*. *Revta. Bras. Zool.* 16:91 – 104.
- Moure, J. S., Urban, D., y Melo, G. A. (2013). *Catalogue of bees (Hymenoptera, apoidea) in the Neotropical Region*. Disponible en internet: <w.w.w.moure.cria.org.br/catalogue>. [Con acceso el 07/12/2018].
- Nates-Parra, G. (2016). *Iniciativa colombiana de polinizadores. Capitulo Abejas icpa*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.uneditorial.com/pageflip/acceso-abierto/pdf/abejas--polinizadoras-ebook-40217.pdf>

- Nemésio, A., y. Morato, E. F. (2006). *The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of Acre state (northwestern Brazil) and a re-evaluation of euglossine bait-trapping. Lundiana, 7, 59-64.*
- Nemésio, A. Silveira, F.A. (2006). *Edge effects on the orchid-bee fauna (hymenoptera: apidae) at a large remnant of atlantic rain forest in southeastern brazil. Neotropical entomology, v. 35, n. 3, p. 313-323.*
- Orleans, (2009). *Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em área de restinga do nordeste do maranhão. Neotropical Entomology 38(2):186-196.*
- Otero, T. J., y Sandino, J. C. (2003). *Capture rates of male euglossine bees across a human intervention gradient, Chocó region, Colombia. Biotropica 65, 520-529.*
- Parra, A. Tupac, J. Otero, P. Sandino, J. C. Ospina, R. (2016). *Abejas de las orquídeas (hymenoptera: apidae: euglossini) y su importancia como polinizadoras de amplio rango en ecosistemas naturales. In book: G. Nates. (Ed.), Iniciativa Colombiana de Polinizadores, (pp.141-155). Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá).*
- Powell, A. H., y Powell G. V. (1987). *Population dynamics of male Euglossine bees in Amazonian forest fragments. Biotropica, 19:176 –179.*
- Ramírez, S., Dressler, R. L., y Ospina, M. (2002). *Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotrop ical: lista do de especies con notas sobre su*

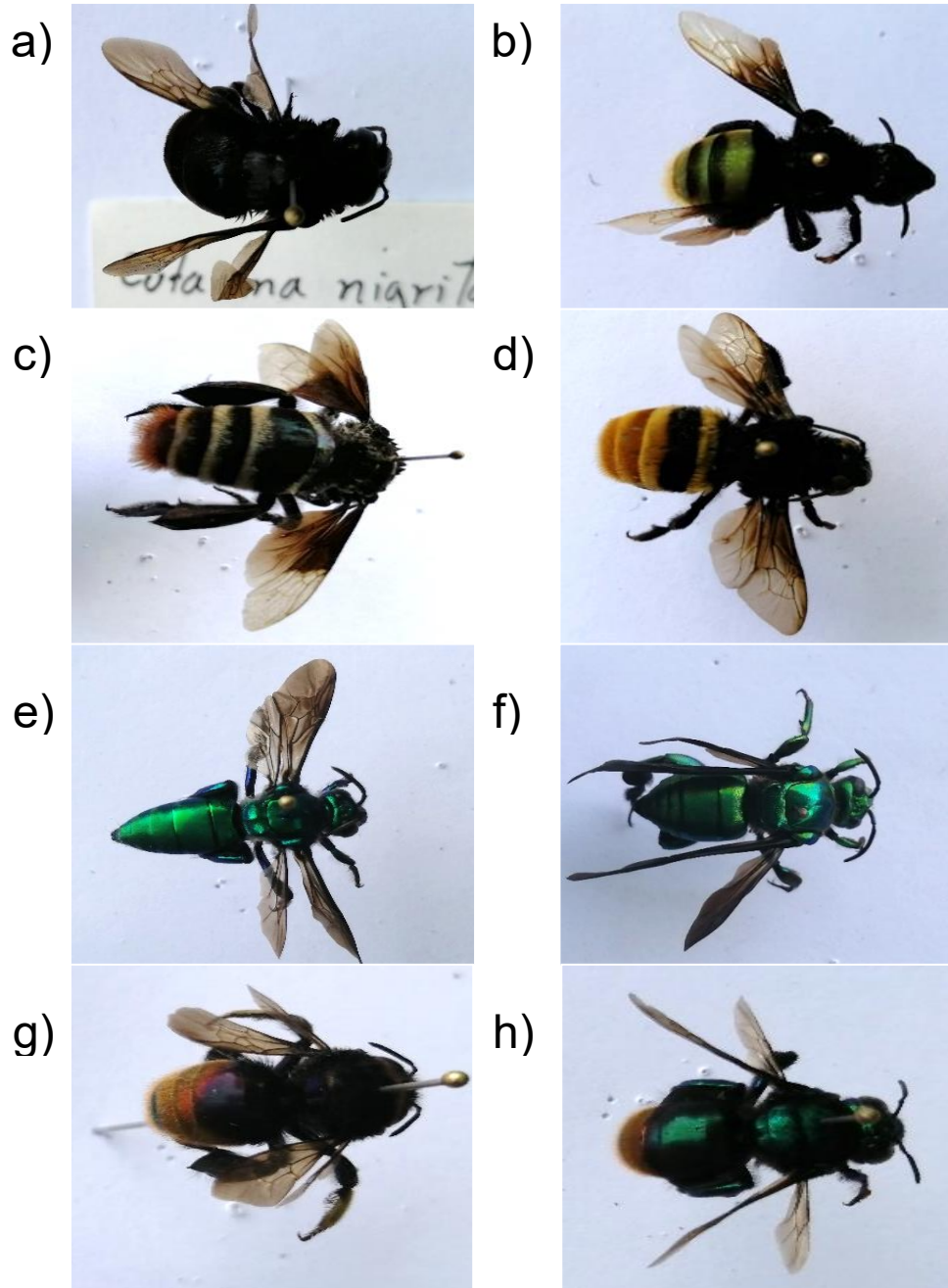
- biología*. Biota Colombiana. 3(1):7-118. Recuperado de <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/download/107/107>
- Ramírez, S., Dressler, R. L., y Ospina, M. (2002). *Abejas Euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: listado de especies con notas sobre su biología*. Colombia. *Biota Colombiana*, 3(1):7–118.
- Rodríguez, G. (2008). *Patrones temporales de la diversidad y abundancia de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea) en la región semiárida del valle del motagua. Usac*. (Tesis de Grado) Guatemala. 60p.
- Roubik W. D. (2001). *Searching for genetic pattern in Euglossini bees: a reply to Takahashi et al. Evolution*, 55: 1900- 1901.
- Roubik, W. D. (1989). *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press. Nueva York, EE.UU. 514 pp.
- Roubik, W. D. (1992). *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge tropical biology series. Unites States Cambridge. University press. 514p.
- Roubik, W. D., y Hanson, P. E. (2004). *Abejas de orquídeas de la américa tropical: biología y guía de campo*. Facio t, trad. Santo domingo de Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, Inbio, 370p.
- Roubik, W. D., y Ackerman, J. D. (1987). *Long-term ecology of Euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panama. Oecologia*. 73(3):321-333pp.

- Samways, M. J., McGeoch M. A., y Nuevo, T. R. (2010). *Conservación de insectos: un manual de enfoques y métodos*. Oxford University Press,
- Santos, M. A. (2009). *Contribución al conocimiento de las abejas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) y la utilización de dos atrayentes químicos, en la Reserva Forestal La Tronosa, Provincia de Los Santos, Panamá*. Proyecto PROBIO- Universidad de Panamá, Agencia de Cooperación Internacional del Japón. 77- 81pp.
- Santos, M. A. (2014). *Monitoreo de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en el parque Nacional Darién, República de Panamá*. *Centros*, 3(2): 121-142.
- Santos, M. A. Yostin, A. R. (2016). *Contribución al conocimiento de la diversidad de abejas de las orquídeas (apidae: euglossini) de la península de Azuero, Panamá, Tecnociencia*, 18(2): 45-58.
- Santos, M. A., Oscar, G. L., y Ronald, S. A. (2011). *Estratificación vertical de las abejas de las orquídeas (Euglossinae) en un bosque tropical húmedo, monte fresco, Cerro Azul, Panamá. Tecnociencia*, 13(2): 99-108.
- Santos, M. A., Muñoz, M. R., Medianero, E., Osorio, M., y Carranza, R. (2012). *Abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) en la comarca Guna de Madugandí provincia de Panamá, Panamá. Scientia*, 22(2): 77-91.
- Silva, F. S., y Rebêlo, J. M. (2002). *Population dynamics of Euglossinae bees (hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of cajual island, in the state of Maranhão, Brazil. São Luís, Brazil. Braz. J. Biol*, 62 (1):15-23.

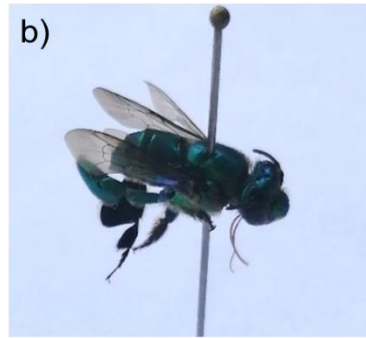
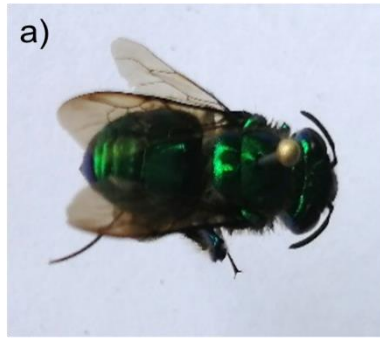
- Tonhasca, J. R., Blackmer J. L., y Albuquerque G. S. (2000). *Euglossine bees as indicators of the conservation status of Atlantic forest fragments in Rio de Janeiro State, Brazil*. Brazil. Conservation ecology comment.
- Veiga, S. N., y Barbosa, G. R. (2015). *Is the capture success of orchid bees (Hymenoptera, Apoidea) influenced by different baited trap designs? A case study from southern Brazil*. *Revista Brasileira de Entomologia*. 59: 32-36
- Walker, W. (2005). *The strengths and weaknesses of research design involving quantitative measures*. *Res Nurs* 10(5): 571-81.
- Williams, N. H., y Whitten, W.M. (1983). *Orchid floral fragrances and male Euglossine bees: methods and advances in the last sesquidecade*. *Biol. Bull.* 164: 355 – 395.
- Young, A. M. (1985). *Notes on the nest structure and emergence of Euglossa turbinifex Dressler (Hymenoptera: Apidae: Bombinae: Euglossini) in Costa Rica*. *J. Kansas Ent. Soc.*, 58:538-543.
- Yurrita C. L. y Enríquez E. (2004). *Stingless bee diversity in Guatemala*. Proceedings of the Ibra conference. São Paulo, Brasil. 194.

8. ANEXOS

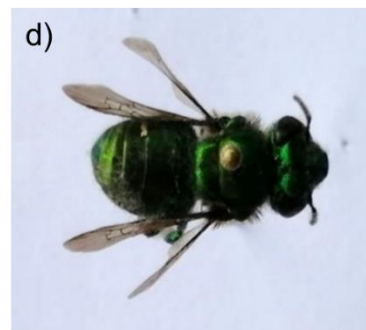
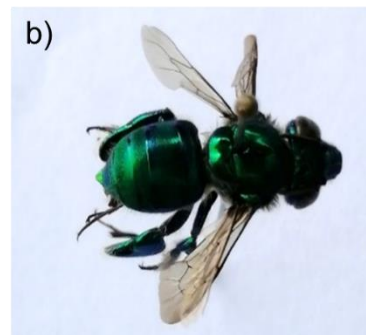
Anexo 1. Imágenes de especies de abejas de las orquídeas colectadas en la R.H. de cerro Turega.



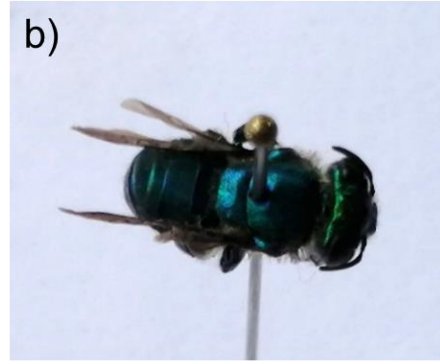
a). *Eulaema nigrita*, b). *Eulaema speciosa*, c). *Eulaema meriana*, d). *Eulaema cingulata*, e). *Exaerete smaragdina*, f). *Exaerete frontalis*, g). *Efrisea rufocauda*, h). *Efrisea anisochlora*.



a). *Euglossa imperialis*, b). *Euglossa variabilis*, c). *Euglossa dodsoni*, d). *Euglossa bursigera*



a). *Euglossa hemichlora*, b). *Euglossa allosticta*, c). *Euglossa tridentata*, d). *Euglossa dissimula*.



a). *Euglossa championi*, b). *Euglossa maculilabris*, c). *Euglossa cybelia*
d). *Euglossa heterosticta*, e). *Euglossa hansonii*, f). *Euglossa sapphirina*

Anexo 2. Riqueza de especies de euglosinas en América Central, con el porcentaje total de la fauna existente en Panamá (Fuente)

Género	Total en Neotrópico	América Central y México	Costa Rica y Panamá	Costa Rica	Panamá
<i>Aglae</i>	1	0	0	0	0
<i>Eufriesea</i>	58	20	18 (31%)	15	17
<i>Euglossa</i>	111	43	40 (39%)	40	36
<i>Eulaema</i>	16	8	5 (50%)	8	8
<i>Exaerete</i>	7	5	4 (67%)	3	4
Total	193	76	70 (38%)	66	65

Anexo 3. Especímenes de Euglossinae capturados manualmente según atrayentes utilizados

Especies de Euglossinae	Vainilla	Eucalipto	Clavo
<i>Eulaema nigrita</i>	1	12	1
<i>Eulaema meriana</i>	1	0	0
<i>Exaerete smaragdina</i>	0	3	0
<i>Eufriesea rufocauda</i>	0	1	0
<i>Euglossa imperialis</i>	23	150	18
<i>Euglossa variabilis</i>	3	32	4
<i>Euglossa dodsoni</i>	2	5	3
<i>Euglossa bursigera</i>	0	5	1
<i>Euglossa hemichlora</i>	1	10	1
<i>Euglossa allosticta</i>	3	8	1
<i>Euglossa tridentata</i>	1	19	3
<i>Euglossa dissimula</i>	2	7	3
<i>Euglossa championi</i>	0	1	1
<i>Euglossa maculilabris</i>	0	1	0
<i>Euglossa cybelia</i>	1	0	0
<i>Euglossa heterosticta</i>	0	1	0
<i>Euglossa hansonii</i>	1	1	0
<i>Euglossa sapphirina</i>	1	1	0
Total por atrayente	40	257	36

Anexo 4. Clave para la identificación de especies de Euglossini presentes en la RHCT

GÉNERO EULAEMA

Modificada de Dressler, 1979.

- 1 Metasoma sin bandas alternas de color oscuro y de color claro, o uniformemente oscuras, u oscuras en la parte anterior y claras en la posterior.....2
- 2 Metasoma completamente de color oscuro.....***E. nigrita***
- 3 Lengua se extiende bien sobre el metasoma. Macho sin marcas amarillentas claras en la cara; metasoma con tergito I y a veces el II oscuros, con reflejos verdosos evidentes.....***E. speciosa***
- 4 Metasoma con tergito II crema, tergito III negro y los siguientes segmentos amarillo o anaranjado (i.e, con solo una banda negra); punta del metasoma nunca con pelos largos rojizo.....***E. cingulata***
- 5 Distancia entre parte inferior del cípeo y el ojo es más ancha, mayor que el diámetro del flagelo antenal. Esternito V del macho cóncavo en el medio y con un borde de pelos largos.....6
- 6 Esternito V del macho con una o dos filas de pelos largos en el margen posterior. Base del metasoma con integumento azul-negro.....***E. meriana***

GÉNERO EXAERETE

Modificada a partir de Kimsey, 1979.

- 1 Hipoepimerón (una pequeña placa redonda a un costado del tórax, justo debajo de donde se adhieren las alas delanteras) con una protuberancia.....2
- 2 Frente con protuberancia en el centro; superficie del escutelo sin línea longitudinal en el centro. El macho con diente grande en la superficie interna del fémur posterior. Tibia posterior de la hembra con protuberancia en el margen interno inferior.....***E. frontalis***
- 3 Frente sin protuberancia en el centro; superficie del escutelo con ligera línea elevada longitudinal en el centro de la parte posterior. Macho sin diente grande en superficie interna del fémur posterior. Tibia posterior de la hembra sin protuberancia en margen interno inferior.....***E. smaragdina***

GÉNERO *EUFRIESEA*

Modificada a partir de Kimsey, 1982.

- 1 Cuerpo enteramente verde metálico o azul.....2
- 2 Parte posterior del metasoma con integumento dorado rojizo y pelos anaranjados – amarillo, contrastando en color con el resto del metasoma. Costa Rica y Panamá.....***E. anisochlora***
- 3 Tergito I generalmente con pelos oscuros, difiriendo del resto del metasoma.....4
- 4 Tergito II púrpura oscuro, con esquinas posteriores rojizas; labro del macho visto lateralmente es más o menos cuadrado en su contorno, visto dorsalmente tiene un par de puntos cónicos muy prominentes; macho con el frente de la cabeza predominante dorado metálico por abajo y verde por encima..... ***E. rufocauda***

GÉNERO *EUGLOSSA*

- 1 Lengua casi tan larga como el cuerpo, o más larga que el cuerpo (cuando está doblada).....2
- 2 Esternito II con dos hendiduras diagonales, cada una conteniendo una fila densa de pelos largos; cuerpo aproximadamente 15mm de largo, verde a dorado metálico; el centro del escutelo con una depresión longitudinal ancha.....3
- 3 Cuerpo completamente verde; tibia media con penachos distales y basales fusinados.....***E. imperialis***
- 4 Escutelo con ancha depresión longitudinal (surco) en el medio.....5
- 5 Cuerpo predominantemente verde; esternito II sin un par de filas semicirculares de pelos.....***E. allosticta***
- 6 Bandas oculares color marfil de forma lineal, no especialmente más anchas abajo; tibia media con área afelpada y penachos bien desarrollados; espolón apical presente; esternito II con un par de filas semicirculares de pelos, cada una situada ligeramente a un lado del centro.....7
- 7 Mandíbula con 3 dientes; escutelo sin una depresión notoria en el medio del margen posterior; cuerpo verde a dorado metálico.....***E. bursigera***

- 8** Labro con gran mancha negra, o al menos con una línea oscura longitudinal en el medio separando las 2 manchas laterales negras; cuerpo de aproximadamente 13 mm de largo.....9
- 9** Cuerpo completamente verde azulado; esternito II sin almohadilla grande de vellos.....***E. maculilabris***
 –Al menos el mesosoma dorado metálico o verde- dorado; esternito II con almohadilla grande de vellos.....***E. championi***
- 10** Cuerpo azul – verde oscuro, generalmente con marcas triangulares blancas en la parte interior de la cara, una a cada lado del clípeo; con al menos unos pelos oscuros en el extremo posterior del escutelo.....***E. cybelia***
- 11** Clípeo predominantemente azul.....12
- 12** Tibia media con penacho distal en forma de óvalo, sin muesca; cuerpo 9- 10 mm de largo; tórax muy perforado. [Muy similar a *crassipunctata*, pero esta última tiene la tibia posterior verde en vez de azul.....***E. sapphirina***
- 13** Cuerpo de aproximadamente 10 mm de largo, menos peludo; escutelo dorado metálico; esternito II sin un par de pequeños lóbulos elevados.....14
- 14** Tibia media con penacho distal entero (sin muesca), penacho basal incospicuo; bandas oculares color marfil, generalmente completas.....***E. dodsoni***
- 15** Parte superior de la cabeza verde, alguna veces ligeramente dorado metálico; clípeo predominantemente azul.....16
- 16** Tergito II densamente perforado (i.e., como la mayoría de *Euglossa*); tibia posterior verde a verde dorado.....***E. hansonii***
- 17** Tergito II densamente perforado.....18
- 18** Tibia posterior dorado verdoso; penacho distal de tibia media con lóbulo basal más angosto que lóbulo distal.....***E. dissimula***
- 19** Tibia media con penacho basal bien desarrollado; lengua mucho más corta que el cuerpo.....20
- 20** Mandíbula con 3 dientes; bandas oculares color marfil completas; tibia media con penacho distal casi sin muesca.....***E. tridentata***
- 21** Mandíbula con 2 dientes; bandas oculares color marfil completas o incompletas; tibia media generalmente con penacho distal con muesca profunda.....22

- 22** Banda ocular color marfil muy rudimentaria o ausente; pelos del clípeo negros. [Superficie dorsal del mesosoma verde - dorado]; solo se conoce de Panamá y Colombia.....**E. hemichoclora**
- 23** Banda ocular color marfil bien desarrollada (a veces incompleta en la parte inferior, especialmente en *variabilis*); clípeo con al menos algunos pelos blancos.....24
- 24** Lóbulos del penacho distal generalmente formando ángulo de unos 90° (en forma de J), la parte con muesca como del mismo diámetro que el resto del penacho; metasoma y tibia posterior verdes.....**E. variabilis**
- 25** Penacho distal de tibia media con lóbulo distal mucho más pequeño que el lóbulo basal.....26
- 26** Penacho distal cóncavo en el margen distal, a veces parecen dos penachos separados con uno pequeño uniéndose al más grande.....**E. heterosticta**