



Diversidad taxonómica de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) y su relación con factores ambientales en áreas periurbanas de Yopal, Casanare.

María Fernanda Rosado Martínez

1.003.313.605

Programa de Biología

Facultad de Ciencias Básicas

Universidad de Ciencias Básicas

Pamplona, Norte de Santander, Colombia

2024

Diversidad taxonómica de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) y su relación con factores ambientales en áreas periurbanas de Yopal, Casanare.

Estudiante

María Fernanda Rosado Martínez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de biólogo

Director

Rafael Mauricio Cobos Hernández B.Ms.

Codirectores

Diego Armando Carrero B.Sc.M.Sc.

Alonso Santos Murgas Ph.D.

Programa de Biología

Facultad de Ciencias Básicas

Universidad de Pamplona

Pamplona, Norte de Santander, Colombia

2024

“Un hombre que no se alimenta de sus sueños envejece pronto”.

William Shakespeare.

DEDICATORIA

A Dios, a la virgen, a la vida por ofrecerme lo mejor de ella y poder así cumplir este sueño.

A mis Padres Hernando y María Eugenia por brindarme su amor, comprensión, apoyo incondicional y por siempre creer en mí.

A mis ángeles en el cielo, especialmente, a ti mami mayo serás siempre la estrella que ilumina mi camino.

A mis ahijados, Samuel y Julián que sin saber han sido mi fortaleza en momento de crisis.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por siempre ser esa red de apoyo que hizo que nunca desfalleciera en este camino.

A mis amigas Claudia y Lauren por ser parte de una de las mejores épocas de mi vida y por apoyarme siempre.

A todos mis profesores, que me brindaron con esfuerzo y dedicación su conocimiento e hicieron parte de mi formación como profesional.

A Mauricio mi director por brindarme su conocimiento, apoyo, tiempo, paciencia y dedicación.

A mis codirectores Alonso y Diego, por sus aportes, lo que permitió mejorar el manuscrito.

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS	8
RESUMEN.....	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Procesos de urbanización	13
2.1.1. Efecto de la urbanización sobre la biodiversidad de las abejas.....	13
2.1.2. Abejas como especies claves.....	15
2.1.3. Biología de las abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini)	15
2.1.3.1 Tribu Euglossini	15
2.1.3.2 Taxonomía.....	15
2.1.4. Distribución y características de los géneros	16
2.1.5. Biología	17
2.1.5.1. Comportamiento social	18
2.1.5.2. Interacción planta-abeeja de las orquídeas.....	19
2.2. Estado del arte	20
3. OBJETIVOS	22
3.1. Objetivo general	22
3.2. Objetivos específicos.....	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1. Área de estudio.....	23
4.2. Fase de Campo	25
4.2.1. Período de muestreo	25
4.2.2. Diseño de muestreo:	25
4.2.3. Métodos de captura:	26
4.2.3.1. Trampas de Botella (TB).....	26
4.2.3.1.1. Descripción e instalación	26
4.2.3.1.2. Método de zig-zag.....	27
4.2.3.1.3. Recolección de muestras y rotulación	27
4.3. Factores ambientales	27

4.3.1.	Temperatura y humedad relativa	27
4.3.1.1.	Altitud	28
4.3.1.2.	Cobertura vegetal	28
4.4.	Fase de Laboratorio	28
4.5.	Procesamiento de datos	28
4.6.	Análisis estadístico	29
5.	RESULTADOS	31
6.	DISCUSIÓN	39
7.	CONCLUSIONES	46
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de estudio (círculo rojo). Mirador de la Virgen de Manare y Parque la Iguana, Yopal, Casanare.....	24
Figura 2. Localización de las zonas de estudio; Mirador de la virgen de Manare y Parque la Iguana, Municipio de Yopal, Casanare.	24
Figura 3. Transectos (Trampas de botella) - fase de campo.....	25
Figura 4. Trampa de botella.....	26
Figura 5. Termohigrómetro digital con sonda (HTC-2) para el registro de temperatura y humedad relativa.	28
Figura 6. Perfiles de diversidad estimados para cada sitio de muestreo.	31
Figura 7. Curva de rango-abundancia de las especies de abejas de la tribu Euglossini calculada para cada sitio de muestreo.	32
Figura 8. Diagramas de caja para la abundancia registrada en cada sitio de muestreo. .	33
Figura 9. Diagramas de caja para la abundancia registrada en cada método de muestreo.	34
Figura 10. Test de independencia de Chi-cuadrado para la abundancia registrada por método de muestreo.	34
Figura 11. Diagramas de caja para la abundancia registrada en cada atrayente.....	35
Figura 12. Test de independencia de Chi-cuadrado para la abundancia registrada por atrayente.	35
Figura 13. Análisis de componentes principales relacionando los factores ambientales con la abundancia registrada.	36
Figura 14. Análisis de correlación entre las variables y la abundancia.	37
Figura 15. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) relacionando distancias ambientales y las distancias biológicas.	38

RESUMEN

Las abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) desempeñan un papel crucial en los ecosistemas naturales y son altamente sensibles a las perturbaciones ambientales. Monitorear la respuesta de las poblaciones de abejas ante la urbanización puede contribuir a la identificación de los factores esenciales que influyen en la adaptación de las comunidades de abejas. Sin embargo, hasta el momento, los estudios realizados se han centrado principalmente en aspectos como su clasificación taxonómica o en su ecología. Es por esto, que el objetivo de esta investigación fue explorar la diversidad taxonómica de las abejas de las orquídeas y su relación con factores ambientales en áreas periurbanas en Yopal, Casanare. La colecta de los individuos se llevó a cabo en dos zonas periurbanas de este municipio, durante cuatro meses, utilizando dos técnicas de muestreo: método de trampas de botella (TB) y método de zig-zag, cebadas con atrayentes artificiales tales como: esencia de eucalipto, salicilato de metilo, esencia de vainilla y eugenol. Se registró un total de 280 individuos, distribuidos en 4 géneros y 11 especies, para el Mirador de la Virgen (216 individuos) con 11 especies; para el parque La Iguana (64 individuos) con 6 especies. Mediante el paquete de iNext se estimó la completitud del muestreo obteniendo para las dos zonas periurbanas un valor mayor al 99,50%. Con base en los perfiles de diversidad elaborados por ambas zonas, el Mirador de la Virgen fue el que obtuvo mayor número de especies efectivas. La curva de rango abundancia permitió observar el recambio de especies entre zonas y la dominancia de los mismo en cada uno de ellos; donde pese a que ambas zonas el género *Euglossa* domino, existió una mayor representatividad de especies en el Mirador de la Virgen, por su parte en el Parque La Iguana, estuvo marcada por las especies raras, donde las morfoespecies *Euglossa* sp4, *Eufriesea* cf. *concava* y *Eulaema* sp1 fueron las especies poco comunes en ambas zonas. Se analizó la abundancia según el sitio, método de colecta y cebos y se les aplicó un test de dependencia basada en Chi-cuadrado obteniendo: según la abundancia por zona, el Mirador de la Virgen presentó mayor dispersión de los datos, seguido por método de colecta, el método de botella fue el que obtuvo un mayor rendimiento, y, por último, en términos de cebos, la esencia de eucalipto concentró la mayor

cantidad de registro con los valores de abundancia más alto, seguido del salicilato de metilo, el eugenol presento el menor rendimiento y por último el atrayente vainilla presento el menor número de registro, pero el valor más alto en su mediana, siendo más efectivo. El análisis de componente principales, proporciono la relación de las variables ambientales sobre la abundancia, donde el Mirador de la Virgen, fue la zona con mayor altitud y cobertura del dosel, la temperatura y la humedad influyeron en menor medida. Se empleó test no paramétrico de Spearman, debido a que los datos no presentaban una distribución normal, lo cual indica que, una menor temperatura, cobertura del dosel y DAP influye negativamente sobre la abundancia de las abejas. El escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), arrojó que la especie *Eulaema bombiformis* se relaciona al parque La Iguana e *Eulaema cingulata* al Mirador de la Virgen y en relación con las variables ambientales consideradas, el análisis demostró que no son determinantes para el agrupamiento de las especies.

Los resultados obtenidos sugieren que la variabilidad en la abundancia es principalmente influenciada por la altitud y la cobertura vegetal. Esta observación destaca la importancia de estos dos factores en la determinación de la abundancia de abejas euglosinas. Sin embargo, en cuanto a la distribución de especies y su relación no son determinantes para la composición de especies de las abejas Euglossini.

Palabras clave: Apidae, Euglossini, orquídeas, urbanización, polinizadores.

1. INTRODUCCIÓN

Las abejas de las orquídeas pertenecen a la tribu Euglossini, que se caracteriza por ser monofilética y está clasificada en la Familia Apidae (Hymenoptera). Estos insectos destacan por sus vistosos tonos metálicos, que abarcan desde el azul y verde hasta el cobre y el púrpura. Las hembras no parasitarias exhiben corbícula en las tibias traseras, mientras que los machos presentan un engrosamiento notable en las tibias (Engel, 1999).

Estas abejas son endémicas del Neotrópico y abarcan una amplia gama altitudinal que se extiende desde el nivel del mar hasta los 2.900 m.s.n.m (Perger, 2015). La tribu Euglossini incluye cinco géneros: *Aglae*, *Exaerete*, *Eufriesea*, *Eulaema* y *Euglossa*, con alrededor de 250 especies identificadas (Ferrari *et al.*, 2017). En el caso específico de Colombia, se ha registrado la presencia de 134 de estas especies (Parra *et al.*, 2016).

Los machos de las abejas de la tribu Euglossini son atraídas por las fragancias de las flores de Orchidaceae y otras familias botánicas, tales como Apocynaceae, Araceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Zingiberaceae, entre otras (Dressler, 1982; Williams y Whitten 1983; Ramírez *et al.*, 2002). Euglossini incluye abejas solitarias, constituyendo el único grupo de abejas dentro de los ápidos corbículados que carecen de algún tipo de eusocialidad (Hinojosa-Díaz y Engel, 2012). En algunas situaciones, estas abejas establecen sus nidos de manera comunal en diversas cavidades, aprovechando tanto nidos abandonados de otras abejas como una variedad de sitios que les resulten propicios (Nemésio y Silveira, 2007; Armas-Quiñónez, 2009).

Las abejas de las orquídeas desempeñan un papel significativo en los ecosistemas naturales y son altamente susceptibles a las alteraciones ambientales, supervisar cómo reaccionan las poblaciones de abejas frente a la urbanización puede contribuir a la identificación de los factores fundamentales que influyen en la evolución de las comunidades de abejas, un conjunto de relaciones que aún no se comprenden completamente (Cane 2001, Somejima *et al.*, 2004).

En la región Neotropical, se han llevado a cabo investigaciones en diversas áreas de estudio relacionadas con este grupo de ápidos, como se documenta en las siguientes investigaciones: estudios de taxonomía (Oliveira y Nemésio, 2003; Ramírez, 2006; Hinojosa-Díaz y Engel, 2007; Ayala y Engel, 2008; Hinojosa-Díaz y Engel, 2011; Nemésio y Engel 2012), análisis

de su distribución vertical (Santos-Murgas *et al.*, 2012; Santos-Murgas, 2014), exploración de su comportamiento depredador (Santos -Murgas, 2016) y estudios que abordan aspectos ecológicos (Reyes-Novelo *et al.*, 2009; Añino *et al.*, 2019).

En Colombia, también se han realizado investigaciones en relación con este conjunto de abejas, abordando aspectos como su clasificación taxonómica (Bonilla y Nates, 1992), y algunos aspectos vinculados a su ecología (Nates *et al.*, 2006; Parra y Nates-Parra, 2007). Adicionalmente, se han realizado estudios sobre la estructura de las abejas euglosinas en bosques seco tropical y húmedo tropical (Valencia y Florencia, 2020) otros han evaluado los cambios en la riqueza y abundancia de abejas euglosinas durante temporadas seca y lluviosa (Pérez *et al.*, 2022). Pese a ello, poco se ha analizado la diversidad de abejas Euglossini en fragmentos urbanos (Nemésio y Morato, 2004, Nemésio y Silveira, 2007). En ése sentido, este estudio estimo la diversidad taxonómica de abejas de las orquídeas y su relación con algunos factores ambientales en áreas periurbanas de Yopal Casanare.

2. MARCO TÉORICO

2.1. Procesos de urbanización

Se anticipa que la población mundial llegará a los 10 mil millones en 2050 (Raven y Wagner, 2021), y es muy probable que el porcentaje de personas que viven en áreas urbanas crezca significativamente. Esto lleva a proyectar que la extensión de áreas urbanas abarcará entre 0,6 y 1,3 millones de kilómetros cuadrados para 2050, lo que representa un aumento del 78% al 171% en comparación con la superficie urbana global registrada en 2015 (Huang y Seto, 2019).

El desarrollo de áreas urbanas conlleva a la pérdida y degradación de los hábitats naturales, la creación de superficies impermeables en gran cantidad, como carreteras, la contaminación del aire, del suelo y del agua, así como niveles significativos de contaminación lumínica y acústica (Grimm *et al.*, 2008; McDonnell *et al.*, 2009). Por estas razones, generalmente se considera que el entorno urbano no es propicio para la vida silvestre (Matteson *et al.*, 2013), aunque investigaciones recientes en ciudades de climas templados del hemisferio norte han indicado que las abejas silvestres pueden encontrar beneficios en la presencia de flores y lugares para anidar en jardines y parques públicos (Baldock *et al.*, 2019, Theodorou P *et al.*, 2020, Theodorou P *et al.*, 2016).

Con el fin de mantener una población urbana en constante expansión, se ha incrementado la extensión de tierra requerida para la agricultura, lo que ha tenido un impacto significativo en el ecosistema global (Haberl *et al.*, 2007). El aumento de áreas agrícolas ha causado la pérdida de millones de hectáreas de bosques tropicales. (Curtis *et al.*, 2018). Dadas estas pérdidas a gran escala, no debería sorprendernos que estemos siendo testigos de una disminución de los insectos, tanto en número como en abundancia (Wilson y Fox, 2021) incluidas las especies de abejas (Zattara y Aizen, 2021).

2.1.1. Efecto de la urbanización sobre la biodiversidad de las abejas

La urbanización ocasiona una alteración significativa y duradera en el entorno y el paisaje, lo que a su vez modifica las relaciones entre diferentes especies dentro de las comunidades (McKinney, 2006).

La fragmentación y degradación de hábitats seminaturales, así como la introducción de

plantas exóticas, también pueden ser responsables de las alteraciones en las poblaciones de insectos (Banaszak *et al.*, 2012). Por ejemplo, la disponibilidad de recursos alimenticios invernales abundantes y exóticos en parques y jardines urbanos puede llevar a cambios en la cronología de actividad de los polinizadores (Stelzer *et al.*, 2010). Además, es común que la diversidad de especies de plantas aumente en áreas urbanas en comparación con entornos más naturales (Grimm *et al.*, 2008).

En ese orden de ideas, las abejas desempeñan un papel de suma importancia en la polinización de las plantas, tanto en ambientes naturales como en entornos dominados por la actividad humana (Banaszak *et al.*, 2012). Por lo tanto, la respuesta de las comunidades de abejas a la urbanización se presenta como un aspecto fundamental para la preservación de la diversidad biológica dentro de las áreas urbanas (Banaszak *et al.*, 2012). Para las abejas, la urbanización implica una modificación en la disponibilidad de lugares para reproducirse, así como en la calidad y facilidad de acceso a las plantas que les sirven de alimento (Banaszak *et al.*, 2012). Asimismo, la urbanización puede tener impactos negativos en las poblaciones de abejas debido a la fragmentación de su hábitat (Hostetler y McIntyre, 2001; Cane, 2005; Frankie *et al.*, 2005; Ahrné *et al.*, 2009).

Los ambientes urbanos consisten en una variedad de hábitats que experimentan cambios periódicos, y las comunidades deben ser flexibles para ajustarse a las interrupciones causadas por las acciones humanas (Sattler *et al.*, 2010). No obstante, la influencia de la urbanización en la diversidad y estructura de las poblaciones de abejas sigue siendo un tema poco estudiado (Cane 2005; Hernández *et al.*, 2009). Además, es fundamental llevar a cabo investigaciones adicionales para comprender mejor cómo la urbanización puede afectar la variabilidad de características relacionadas con las abejas. Es posible que existan características particulares de cada especie que les permiten prosperar en entornos urbanos, y la urbanización puede tener efectos variables en distintas especies (Bańkowska 1980, 1981; Niemelä *et al.*, 2000; McIntyre *et al.*, 2001).

Para el caso de Colombia se han llevado a cabo estudios sobre este grupo de abejas, se ha revisado su taxonomía (Bonilla y Nates, 1992) y algunos aspectos ecológicos (Nates *et al.*, 2006; Parra y Nates-Parra, 2007). Sin embargo, en general es poco común encontrar reportes donde se documente el efecto de la urbanización en el ensamblaje de las abejas de las

orquídeas.

2.1.2. Abejas como especies claves

las abejas son especies clave en los ecosistemas y son esenciales para el mantenimiento de las comunidades vegetales, ya que son los principales polinizadores de las plantas con flores y son importantes para los servicios de polinización de varios cultivos (Roubik 1995; Michener, 2007; FAO, 2008; Munyuli, 2012).

Las abejas silvestres requieren dos recursos importantes, los recursos florales y los sitios de anidación, por lo que responden a diferentes recursos alimenticios, como el polen y el néctar, de las flores y los sitios adecuados para anidar en diferentes épocas del año. Debido a su reproducción, que los hace sensibles a la alteración del hábitat, son excelentes bioindicadores de la degradación de los ecosistemas (Winfrey *et al.*, 2009; Roulston y Goodell, 2011; Ramirez *et al.*, 2013).

De acuerdo con Samways, M. *et al.*, (2010) con las abejas han sido empleadas como indicadores biológicos, especialmente en cuestiones ecológicas y ambientales. Esto se debe a que reflejan los impactos de modificaciones en el entorno, como la transformación de hábitats, la fragmentación de áreas o el cambio climático, demostrando respuestas previsibles de manera evidente y mensurable ante perturbaciones o alteraciones en las condiciones ambientales.

2.1.3. Biología de las abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini)

2.1.3.1 Tribu Euglossini

2.1.3.2 Taxonomía

La tribu Euglossini comprende abejas y abejorros con colores metálicos que varían entre verde, azul, púrpura y cobre, así como colores no metálicos como el negro, el amarillo y el naranja. Estos insectos presentan una morfología robusta y, en algunas ocasiones, exhiben una cantidad considerable de pelos, presentando una diversidad de tamaño. Uno de sus rasgos distintivos es la estructura y longitud de la glosa, razón por la cual recibió el nombre "Euglossini" (que significa "lengua verdadera"). Esta glosa en general está compuesta por tres partes: una parte basal que contiene las cardinas maxilares, que en reposo se extiende hacia atrás desde sus articulaciones; una parte media que incluye los estípites maxilares, el prementum labial y la partes prepapales de la galea que en reposo se extiende hacia adelante

desde los ápices de los cardines. Por último, el segmento distal comprende las láminas galeales o las partes postpalpales de las galeas, palpo labial, paraglosas y glosas, que se extiende nuevamente hacia atrás desde el vértice del segmento medio y puede llegar a ser igual o más larga que el individuo (Michener, 2007).

Además, en las hembras de las abejas euglosinas, es posible notar mandíbulas más sólidas con un diente apical que se proyecta más que en los machos. Por otro lado, en los machos, se desarrollan penachos y lunares afelpados en las tibias medias que presentan una variación en forma y desempeñan un papel crucial como características distintivas en la identificación de especies a nivel taxonómico, especialmente en los individuos pertenecientes a los géneros *Euglossa* y *Eulaema* (Bonilla-Gómez y Nates-Parra, 1992; Michener, 2007).

Estas abejas son exclusivas del Neotrópico y tienen una amplia distribución altitudinal desde el nivel del mar hasta los 2900 metros (Perger, 2015). Euglossini consta de cinco géneros: *Euglossa*, *Exaerete*, *Eufriesea*, *Eulaema* y *Aglae*, el último es específico de una pequeña área de Brasil, más específicamente de la región amazónica (Valdez, 2017).

2.1.4. Distribución y características de los géneros

Eufriesea fue revisado por Kimsey (1982) e incluye especies que varían en tamaño desde pequeñas (8,5 mm) hasta grandes (29 mm) con un pedicelo de color metálico brillante asociado a menudo con la estación lluviosa. Esta especie es solitaria y se reproduce en todo tipo de grietas, agujeros y cavidades (Bonilla-Gómez y Nates-Parra, 1992; Ramírez *et al.*, 2002).

Exaerete consiste en abejas solitarias relativamente grandes con alas negras sólidas intercaladas con azules, verdes y púrpuras metálicos brillantes; son parásitos de especies de *Eufriesea* y *Eulaema*. Las especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas desde México hasta Argentina (Kimsey, 1979; Bonilla-Gómez y Nates-Parra, 1992; Oliveira, 2011). Se caracterizan por encontrarse en tierras bajas hasta los 2600 m.s.n.m (Armas, 2009). Santos y Osorio en el 2017 registraron un aproximado de 16 especies para el Neotrópico.

Eulaema es un género de abejorros gigantes que son muy comunes y tienen metasomas metálicos. Suelen ser de color oscuro con algunas rayas amarillas y negras en el vientre. Tienen una rica capa interna que cubre su cuerpo. Las abejas de este género no son

estacionales (Bonilla-Gómez y Nates-Parra, 1992; Ramírez *et al.*, 2002; Melo, 2014). Según Santos y Osorio en el (2017), se registró que existe un aproximado 16 especies para el Neotrópico.

Euglossa es el más diverso de la tribu, formado por abejas de tamaño pequeño y mediano en azul metálico, verde, cobre, púrpura e incluso marrón. A diferencia de otros géneros, tienen un labio blanco con un par de marcas ovaladas translúcidas; a veces manchas blancas en los ojos; dos o tres dientes en la mandíbula inferior y uno, dos o tres en la tibia media en los machos Manchas de felpa. Los machos se caracterizan por manchas blancas alrededor de la boca. En algunos casos, el brillo es más largo que la longitud del cuerpo. Las abejas estacionales son raras en este género (Bonilla-Gómez y Nates-Parra, 1992; Engel, 1999; Silveira, 2002). La mayoría son de tierras bajas, es decir, a los 800 m.s.n.m e incluso pocas veces se encuentran a los 1000 m.s.n.m (Armas, 2009). Según Osorio y Santos (2017), el género está conformado por 103 especies para el neotropico.

Aglae Es el grupo primitivo dentro de la tribu, presentando abejas de mayor tamaño, con un tono azul oscuro y un cuerpo aplanado. Hasta el momento, se sabe que estas abejas son parásitas de especies de *Eufriesea* y *Eulaema* (Bonilla-Gómez y Nates-Parra, 1992; Silveira *et al.*, 2002).

2.1.5. Biología

La tribu Euglossini posee abejas y abejorros de colores metalizados como verde, azul, púrpura y cobre y también no metalizados como negro, amarillo y naranja. Una característica de este grupo es la estructura y longitud de la glosa, por eso su nombre “Euglossini” (lengua verdadera) (Michener, 2007).

Pueden cubrir un área de más de 1.000 kilómetros cuadrados durante el día y logran polinizar una gran cantidad de flores mientras esparcen a otros organismos como esporas de hongos en el ambiente, pero gran parte de su vida no se comprende del todo, debido a su poca tendencia a la sociabilidad (Roubik y Hanson, 2004).

Las características de los machos es que al igual que otras especies no presentan aguijón, en cambio, las hembras poseen esta característica y es de tamaño considerable, por ende, su picadura genera gran dolor. No obstante, los machos son los encargados de recolectar las

esencias florales, lo que genera que tengan una mayor posibilidad de engendrar a su progenie (Roubik y Hanson, 2004).

La información sobre su reproducción está relacionada con el estudio de sus nidos, para las Euglossinas estos pueden variar entre especies, sin embargo se conocen cinco tipos de nidos, entre ellos, se encuentran los que están expuestos y sus formas son de trompo domo o bola y aquellos que están cerca del suelo, normalmente en huecos o cavidades de hongos o plantas epífitas, aunque también suelen anidar en lugares abandonados que han dejado otras especies de insectos, por lo que se consideran oportunistas por su capacidad para ocupar grandes superficies (Roubik y Hanson, 2004).

Principalmente, las hembras son las encargadas de recolectar los insumos (barro, trozos de corteza, etc.) para la construcción de los nidos, resaltando que la resina es el principal material, de igual manera, emplean ciertas estrategias dependiendo de su tamaño (Roubik y Hanson, 2004; Parra *et al.*, 2016). El uso de los conocidos “nidos trampas” o cavidades artificiales, son zonas que nos brindan información sobre el desarrollo de las abejas de orquídeas y de cómo es la disposición de las celdas, el tipo de dieta que llevan las larvas y principalmente de su comportamiento social (Parra-H. y Parra, 2009).

En cuánto a la biología de los anidamientos, es importante resaltar que el conocer los sitios utilizados por las Abejas de las orquídeas es fundamental para el Desarrollo de planes de conservación de estas, como en el caso de Ilha da Vitória, donde la diversidad de Euglossinas es baja, pero la bromelia *Aechmea distichantha* Lem, se convierte en un recurso importante. ya que sostiene a la población de la isla y promueve la conciencia de los ecosistemas de la región (Boff y Alves-dos-Santos, 2018).

2.1.5.1. Comportamiento social

De la gran diversidad de abejas, con más de 20.000 especies en todo el mundo, solo el 2 % (quizás el 5 %) exhibe un comportamiento social en la reproducción y crianza (Michener, 2007). Esto significa que, en el caso de las abejas de orquídeas, son solitarias o comunales, es decir, construyen sus celdas para sus crías en solitario, aunque esperan que su cría emerja y abandone el nido (Roubik y Hanson, 2004).

De igual manera, se puede encontrar varias hembras en una celda, pero, esto no supone que trabajen juntas, más bien se presentan generaciones en los nidos, y según lo observado en *Euglossa cordata*, la hembra más antigua (mayor tiempo en la colonia) es la que parece tener el dominio (Freiria, Garófalo, y Del Lama, 2017; Roubik y Hanson, 2004; Parra-H y Nates-Parra, 2009).

La hembra dominante suele permanecer en el nido mientras que la hembra subordinada se encarga de recolectar alimentos y materiales para construir la celda, pero cuando otra hembra ovoposita la celda, la hembra dominante entrará más tarde para comerse los huevos y poner uno de sus huevos. Sin embargo, este comportamiento no ocurre todo el tiempo y puede variar (Roubik y Hanson, 2004; Freiria *et al.*, 2017). Por otro lado, se puede argumentar que las Euglossinas no tienen las características ideales para establecer una vida cooperativa, pero tienen mayor variabilidad genética que las abejas sin aguijón, los abejorros y las abejas melíferas del género *Apis* (Roubik y Hanson, 2004).

2.1.5.2. Interacción planta-abeja de las orquídeas.

La relación entre planta y polinizador, la mayoría de veces se establece debido a que es una necesidad para ambas partes, generando así, una relación mutualista que es en su mayoría un beneficio para la planta y el polinizador (Parra *et al.*, 2016). El aroma de las flores es clave en la atracción de sus polinizadores, ya que de esto depende su correlación con el polinizador que la visite (Grajales-Conesa, J. *et al.*, 2011).

Las abejas de las orquídeas “son un ejemplo de singularidad biológica”, debido a que, a partir de la modificación en las patas anteriores que presentan los machos y que, gracias a esto, son capaces de frotar la superficie en donde se encuentran los osmóforos de las orquídeas, y mediante secreciones mandibulares disminuyen la volatilidad del compuesto y posteriormente ser almacenados en una especie de hendidura que poseen en la tibia posterior (Parra *et al.*, 2016).

Por otra parte, gracias a los recursos de análisis filogenéticos moleculares, se ha sometido a diferentes pruebas la estimación del origen de las catasetinae y de las abejas de orquídeas euglosidas, en donde se ha obtenido que el comportamiento de las abejas de las orquídeas evoluciono más o menos 12 millones antes que el de las fragancias de las orquídeas, el cual

es su principal atrayente, lo que nos indica, que las orquídeas debieron adaptarse al comportamiento de las abejas macho en su búsqueda de volátiles, por ende, han creado aceleradamente la diversificación de los grupos de orquídeas (Cen, 2017)

Esto ha generado que las fragancias de orquídeas se vuelvan específicas, reduciendo la visita de las abejas a un solo tipo de especie, produciendo así un asilamiento reproductivo inmediato. En ese sentido, esto se presenta por las modificaciones en los compuestos volátiles, generando una producción de fragancias que no solo atraiga a una especie sino a varias, lo que ocasiona un corto en el flujo génico entre las especies de orquídeas y que sean diferentes fragancias y empezando así un proceso de especiación (Cen, 2017).

2.2. Estado del arte

Nemesio *et al.*, (2007) realizaron un estudio donde evaluaron los efectos del tamaño de los fragmentos de Mata Atlántica sobre la riqueza y abundancia de especies de abejas de las orquídeas en un área urbana. Realizaron recolectas en cuatro fragmentos de bosque en parques de la ciudad Belo horizonte, empleando cebos con atrayentes artificiales, las abejas atraídas eran capturadas con redes entomológicas. Obtuvieron un total de 1,325 de individuos pertenecientes a 14 especies. Los datos sugieren que la abundancia de abejas de las orquídeas tiende a aumentar con el tamaño de los fragmentos, generando así que los fragmentos de bosque en una gran ciudad pueden ser importantes para la conservación de la fauna de abejas de las orquídeas.

Grandolfo *et al.*, (2013) realizaron un estudio donde evaluaron la composición de abejas de la tribu Euglossini en cuatro parques urbanos de Goiânia. Utilizaron trampas de botellas con cebos aromáticos. Recolectaron 147 abejas de las orquídeas machos pertenecientes a tres géneros y cinco especies, con un fuerte dominio de individuos como *Eulaema nigrita* (95,23%), seguida de *Euglossa cordata* (2,72%). Encontrando que la preservación de todas estas áreas mantendrá las poblaciones de abejas silvestres en estas regiones de importancia ecológica y poder así mantener el servicio de polinización de especies de plantas.

Ferreira *et al.*, realizaron un estudio en donde evaluaron el ensamblaje de abejas de las orquídeas en fragmentos urbanos antiguos en una ciudad histórica y los compararon con fragmentos en un parque conservado. Usaron trampas de botellas con diferentes atrayentes

artificiales. Como resultado obtuvieron un 14% de especies de Euglossini registradas para esta región, cerca del 75% de las abejas registradas las recolectaron en los fragmentos del parque conservado, encontrando que los fragmentos estudiados presentaron diferencias en la riqueza y abundancia, sugiriendo que existe un posible flujo de individuos entre los fragmentos muestreados.

Cordeiro *et al.*, (2018), realizaron un estudio donde evaluaron la fauna de abejas de las orquídeas en cercanías de un remanente urbano de la Mata Atlántica. Utilizando trampas de botellas con cebos aromáticos, obtuvieron un total de 480 individuos, pertenecientes a tres géneros (*Euglossa*, *Eulaema* y *Exarete*) y ocho especies. Encontrando la prevalencia de dos especies *Euglossa cordata* y *Eulaema nigrita*, que se puede encontrar en áreas perturbadas y fragmentadas, así como en áreas abiertas preservadas, por lo que sugieren la importancia de monitorear dichas poblaciones para verificar si estas especies están disminuyendo con el tiempo y comprender mejor los efectos de la fragmentación del hábitat en sus poblaciones, específicamente en resto de bosques presentes en zonas urbanas.

Candido *et al.*, (2018) realizaron un estudio donde analizaron la influencia de los fragmentos de bosque y las características del paisaje (área de cubierta forestal y área construida alrededor de los fragmentos de bosque, conectividad y distancia espacial del centro urbano) sobre la abundancia, riqueza y composición de las abejas de las orquídeas utilizando trampas de botellas con atrayentes artificiales. Como resultado hallaron un total de 3166 individuos que pertenecían a 4 géneros y 38 especies; encontrando así que el incremento en la expansión de construcciones y la disminución de la cobertura forestal alrededor de los pequeños bosques ha llevado a una reducción en la cantidad y diversidad de abejas debido a que las áreas más cercanas al centro urbano tenían menos abejas. Sugiriendo que la estructura matricial alrededor de los fragmentos de bosque es un factor importante que influye en los conjuntos de abejas Euglossini dentro de estos fragmentos de bosque.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

- Evaluar la diversidad taxonómica de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) y su relación con algunos factores ambientales en áreas periurbanas de Yopal, Casanare.

3.2. Objetivos específicos

- Estimar la composición, riqueza y la abundancia de especies de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) presentes en áreas periurbanas de Yopal, Casanare.
- Comparar la composición, riqueza y la abundancia de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) en áreas periurbanas de Yopal, Casanare.
- Relacionar la composición, riqueza y la abundancia de las orquídeas con la temperatura, humedad relativa, cobertura vegetal y altitud en áreas periurbanas de Yopal Casanare.
- Estimar la efectividad de los cebos utilizados como atrayentes para las abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El estudio se realizó en dos zonas pertenecientes a la periferia de Yopal Casanare; El parque la Iguana y el Mirador de la Virgen de Manare.

Yopal es la capital del departamento de Casanare (Figura 1 y 2), posee una extensión territorial de 2595 kilómetros cuadrados, y se sitúa a 317 kilómetros del distrito capital de Bogotá. Sus coordenadas geográficas son 5°19'50" latitud Norte y 72°23'26" longitud oeste, tiene una altitud media de 390 m s. n. m. una humedad relativa que oscila entre los 77 y 83% y una precipitación promedio de lluvia total anual de 1881mm (IDEAM, 2018).

Por su parte, el Parque La Iguana, es un lugar ecoturístico que bordea el río Cravo sur y se ubica al norte de la ciudad de Yopal (Casanare), tiene una altitud media de 355m, posee alrededor de 268 hectáreas de franjas de bosque nativo con senderos ecológicos que conducen al río, áreas de observación, puentes ecológicos, plantas diversas y escenarios deportivos (Comercio de Yopal, 2020). Alberga una gran variedad de fauna, incluyendo ejemplares como garzas, corocoras e iguanas (Salamanca,2021).

Así mismo, el mirador de la Virgen de Manare se encuentra ubicado en el cerro de Yopal Cuartel El Venado, a 2,3 km de la capital del departamento, por la vía electrificadora Cerro El Venado (Salamanca,2021)., tiene una altitud 585 m. Entre ellos se encuentra un monumento a Nuestra Señora de Manares (Patrona del departamento), presenta plantas diversas, propias de la región y es utilizado para deportes, paseos y durante la semana mayor es visitado por los fieles que van a realizar por el Vía Crucis (Salamanca,2021).



Figura 1. Áreas de estudio (círculo rojo). Mirador de la Virgen de Manare y Parque la Iguana, Yopal, Casanare.

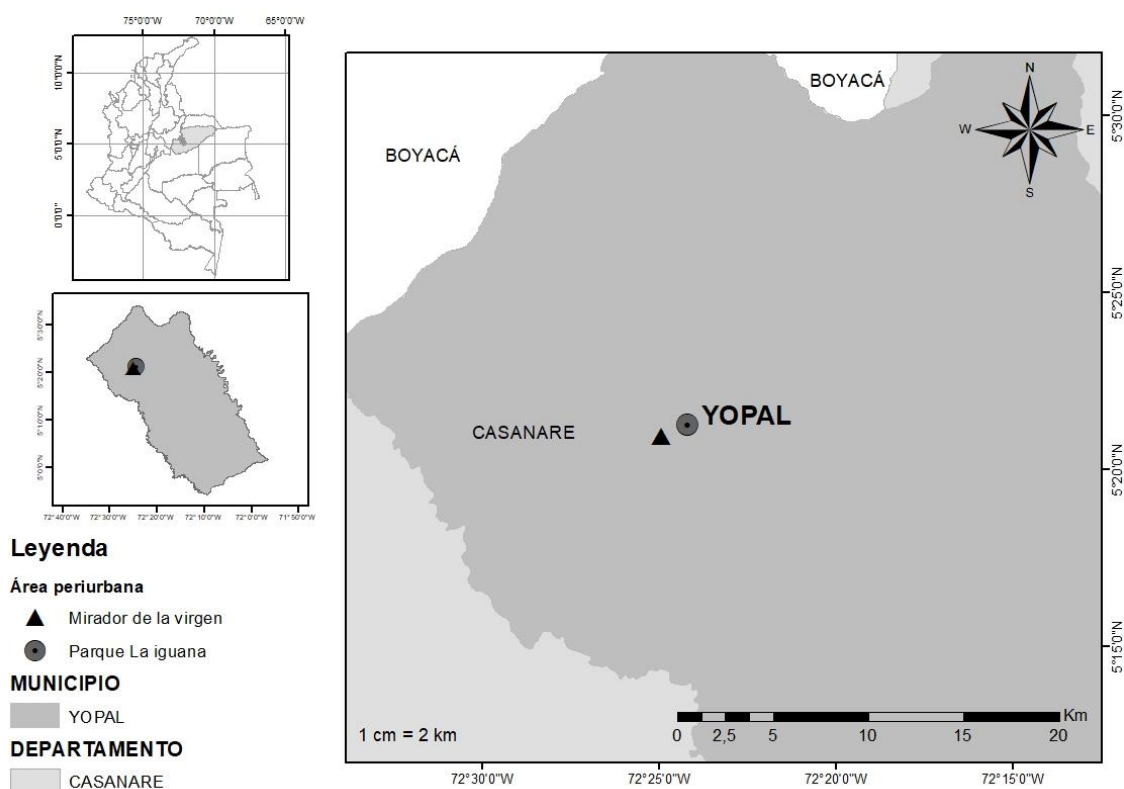


Figura 2. Localización de las zonas de estudio; Mirador de la virgen de Manare y Parque la Iguana, Municipio de Yopal, Casanare.

4.2. Fase de Campo

4.2.1. Período de muestreo

El estudio se realizó en un periodo de cuatro meses. Se efectuaron 8 muestreos en total, es decir, un muestreo cada mes por zona de estudio (Mirador de la virgen de Manare y parque la Iguana). En cada zona, las trampas de botellas eran expuestas 12 horas y en el método zigzag se realizaron colectas 2 horas en la mañana y 2 horas en la tarde. Se inició en el mes de agosto y finalizó en el mes de noviembre.

4.2.2. Diseño de muestreo:

En cada zona de estudio se llevaron a cabo dos metodologías distintas de captura:

Para cada una de los meses se establecieron 3 transectos lineales, cada transecto separado linealmente entre sí 50 metros; dentro de cada uno se colocaron 3 trampas de botella distanciada la una de los otros 100 metros. Un primer transecto fue cebado con un atrayente químico artificial: esencia de eucalipto (EC), seguidamente se situó el transecto control, el cual no tuvo ningún tipo de cebo y un último transecto fue cebado con otro atrayente químico artificial: esencia de vainilla (VN) (Adaptadas de Vélez y Pulido-Barrios, 2005; Razo, 2015 y Reyes, 2020).

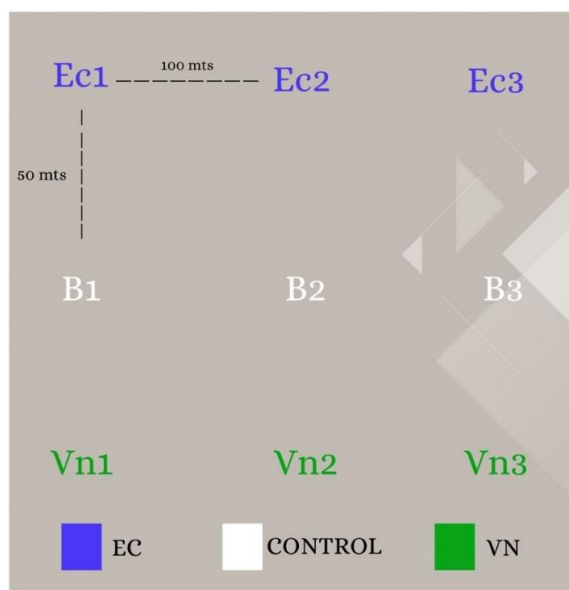


Figura 3. Transectos (Trampas de botella) - fase de campo

(EC: Eucalipto; VN: Vainilla)

Seguidamente, se distancio un kilómetro de distancia de los tres transectos líneas, iniciando con la segunda metodología, donde se dispuso un transecto en forma de zig-zag, en donde cada diagonal estaba distanciada por 4 metros, a una altura aproximada de 1.70 a 2.0 m del suelo, cada diagonal contenía tres algodones separados entre sí a 50 cm, en la primera diagonal, los algodones eran cebados con salicilato de metilo, seguidamente la segunda diagonal fue cebada con aceite de eucalipto y la última diagonal tenía como atrayente eugenol, Adaptada Osorio y Santos-Murgas, 2017; Santos y Añino, 2016; Santos *et al.*, 2018; da Silva Machado, Costa y Franco y, 2018).

4.2.3. Métodos de captura:

4.2.3.1. Trampas de Botella (TB)

4.2.3.1.1. Descripción e instalación

Se instalaron trampas de botella (TB) (Primer transecto cebado con esencia de eucalipto (EC), seguido un transecto control (sin cebo) y un tercer transecto cebado con esencia de vainilla (VN)), para ello se utilizaron botellas plásticas descartables de 2.5L, con un orificio de entrada, adaptadas a Vélez y Pulido-Barrios, 2005; Razo, 2015; Reyes, 2020, (Figura 4) y en su interior constaba de un atrayente químico artificial (Aceite de eucalipto y esencia de vainilla) estas se instalaron a una altura de 1.5 a 2.0 metros. Se tomaron árboles de referencia para colgar las trampas y se trazó el diseño de muestreo, se empleó un total de 9 trampas por sitio. Las trampas se dejaron por un total de 12 hrs durante un día por cada visita al sitio. Las mismas se instalaron alrededor de las 6:00 am y eran retiradas a las 17:00 pm.



Figura 4. Trampa de botella

4.2.3.1.2. Método de zig-zag

Como segundo método de muestreo para ambos sitios, se estableció un sistema espacial, que consistía en un transecto de tres diagonales (en zig-zag) de hilo pabilo, de extremo a extremo de cada árbol, los cuales contenía motas de algodón envueltos en gasas, cebados con tres esencias artificiales (esencia de eucalipto, eugenol y salicilato de metilo), se encontraban a una altura aproximada de 1,70 a 2 m del suelo, (Adaptadas a Osorio y Santos, 2017; Santos y Añino, 2016; Santos *et al.*, 2018; da Silva Machado, Costa y Francoy 2018). Se realizó la captura manual (red entomológica) en una intensidad de dos horas en la mañana y dos horas en la tarde.

4.2.3.1.3. Recolección de muestras y rotulación

Para la recolección de muestras, en cada muestreo al finalizar el tiempo establecido de las trampas de botellas, es decir transcurrido las 12 horas, se recogía el contenido de cada botella por transecto lineal. Una vez colectadas las muestras, se procedió de manera inmediata a registrar los datos en la libreta de campo (Barrientos, 2003). Los ejemplares capturados se disponían en viales con alcohol al 70% debidamente rotulados para su posterior traslado al laboratorio (Damborsky, 2008).

En relación a las muestras obtenidas por el método zigzag, cada vez que era capturado un ejemplar en algunas de las diagonales con ayuda de la red entomológica, se disponían en viales con alcohol al 70% (da Silva Machado, Costa y Francoy, 2018; Dos santos vilhena, 2017).

4.3. Factores ambientales

4.3.1. Temperatura y humedad relativa

En cada área de muestreo se registró la temperatura y la humedad relativa promedio con ayuda de un termohigrómetro digital HTC-2 con sonda exterior (Figura 5); las medidas fueron tomadas al inicio de la mañana en cada muestreo (da Silva Machado, Costa y Francoy, 2018; Dos santos vilhena, 2017).



Figura 5. Termohigrómetro digital con sonda (HTC-2) para el registro de temperatura y humedad relativa.

4.3.1.1. Altitud

En cada área se registró la altitud con ayuda del GPS Tools; las medidas se tomaron en cada sitio, con el fin de conocer la altitud de las dos zonas de estudio.

4.3.1.2. Cobertura vegetal

En cada área de muestreo, se registró el porcentaje del dosel de la cobertura vegetal, mediante la aplicación Canopeo, la cual cuantifica la cubierta vegetal a partir de fotografías; Se tomó las fotografías de los árboles en los que se encontraban las trampas de botella en los respectivos transectos, y a su vez se tomó el CAP y DAP de los mismos (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

4.4. Fase de Laboratorio

Los individuos colectados se separaron en morfo especies con ayuda de un estereoscopio, posteriormente se identificaron al menor nivel taxonómico posible mediante el uso de la clave de Abejas de las orquídeas de la América tropical: Biología y Guía de Campo (Roubik y Hanson, 2004) y la clave taxonómica propuesta por Bonilla-Gómez y Nates-Parra (1992). Los especímenes colectados fueron ingresados a la colección entomológica de la Universidad de Pamplona.

4.5. Procesamiento de datos

Se llevó a cabo la etapa de procesamiento, revisión, organización y sistematización de los datos recopilados durante los muestreos. Se crearon tablas que contienen la información obtenida. Además, se compiló el listado de las especies recolectadas en el estudio, junto con los niveles de abundancia correspondientes para cada una de ellas.

4.6. Análisis estadístico

Se registró la cantidad de especies por sitio de muestreo y el total de individuos registrados. Con el fin de evaluar la eficacia y alcance del muestreo, se generaron curvas de completitud utilizando el método de rarefacción. Estas curvas brindan una validación de la exhaustividad del muestreo. Para este propósito, se utilizó el estimador propuesto por Chao y Jost (2012), aplicándolo mediante el programa en línea iNext (Hsieh *et al.*, 2016).

Se elaboraron perfiles de diversidad utilizando números equivalentes o números de Hill (Chao *et al.*, 2010), basándonos en órdenes de diversidad. En este contexto, la diversidad de orden 0D corresponde a la riqueza de especies (Moreno, 2001; Jost, 2007; Moreno *et al.*, 2011). La diversidad de orden 1D se relaciona con el exponencial del índice de Shannon, representando la diversidad típica, mientras que la diversidad de orden 2D, equivalente al inverso de Simpson, refleja el número de especies efectivas dominantes (Jost, 2007; Jost *et al.*, 2010; Marín *et al.*, 2014).

Con el objetivo de examinar los patrones de distribución de la abundancia relativa de las especies de abejas de las orquídeas presentes en las zonas de estudio se generaron curvas de rango abundancia. Estas representaciones gráficas posibilitan la visualización y comparación de las especies que predominan, son abundantes o se consideran raras en cada zona de estudio (Carmona y Carmona, 2013).

Se analizó la abundancia registrada según la clasificación de sitios, método de colecta y los cebos usados como atrayentes, a los cuales se les aplicó un test de dependencia basado en Chi-cuadrado con el fin de conocer la existencia de asociación sobre la abundancia.

Para observar los cambios en la composición de las comunidades de los puntos de muestreo en las zonas de estudio en relación con algunos factores ambientales (cobertura vegetal, DAP, altitud, temperatura y humedad relativa) con la abundancia, se aplicó un análisis de contribución de los factores ambientales con el fin de conocer el grado de contribución, y se

realizó un análisis de correlación entre las variables ambientales registradas, las cuales fueron usadas para la aplicación de un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (Alonso A., 2022).

5. RESULTADOS

Se recolectó un total de 280 individuos de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini), distribuidos en 4 géneros (*Euglossa*, *Eulaema*, *Exaerete* y *Eufriesea*) y 11 especies; distribuidos así; para el Mirador de la Virgen: 216 individuos y 11 especies. Para el Parque la Iguana: 64 individuos y seis especies.

Las curvas de completitud basadas en rarefacción estiman la completitud del muestreo para el Parque La Iguana en un 99.99% y 99.54% para el Mirador de la Virgen, lo que indica que se registró una proporción representativa de las especies reales en cada sitio para este muestreo; los perfiles de diversidad elaborados estiman que, de las 11 especies efectivas colectadas en el Mirador de la Virgen, seis especies efectivas son abundantes y cinco de ellas se consideran dominantes, por otra parte, en el parque La Iguana de las seis especies efectivas registradas, cuatro son abundantes y tres de ella dominan. Dado que la diversidad de orden cero ($q=0$) no tiene en cuenta las abundancias de las especies y la diversidad de orden dos ($q=2$) no contempla los singletons y doubletons, es decir, descarta las especies raras, se relacionó la diversidad de orden uno ($q=1$) o diversidad típica, de esta manera, se expresa que el Mirador de la Virgen es 0.66 veces más diverso que el parque La Iguana (Figura 6).

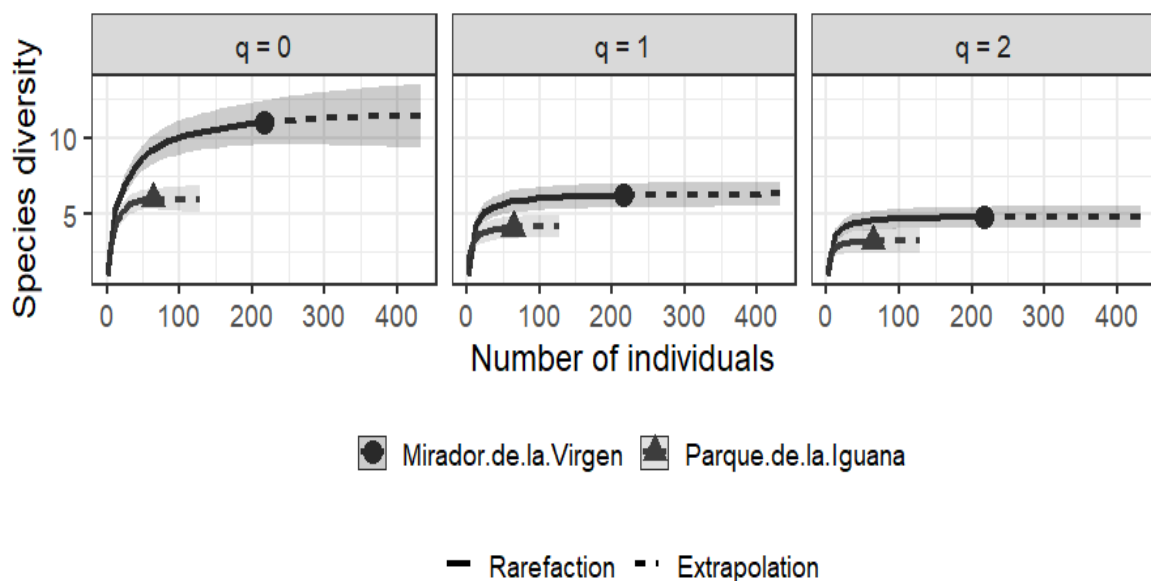


Figura 6. Perfiles de diversidad estimados para cada sitio de muestreo.

parte de los registros tienen valores bajos, lo que indica que la mediana es menor a la media. Pese a que el parque La Iguana también presenta una asimetría positiva sus registros son más bajos y su medi

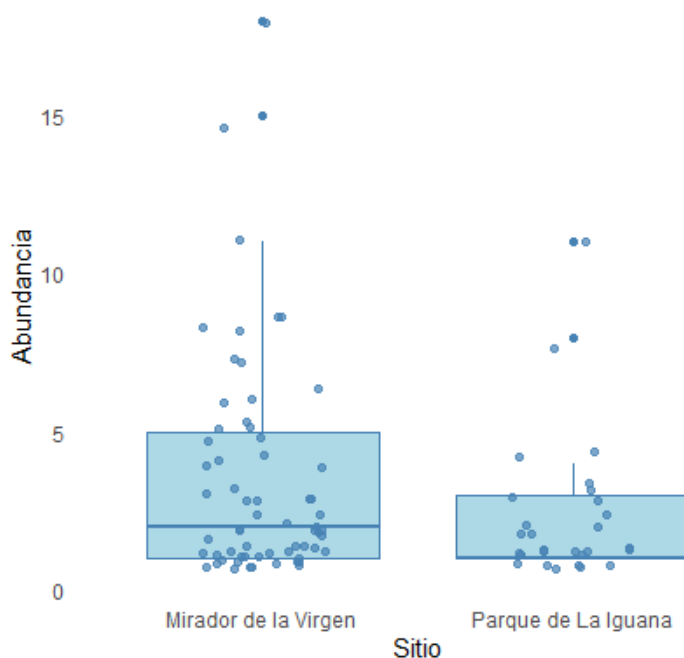


Figura 8. Diagramas de caja para la abundancia registrada en cada sitio de muestreo.

Analizando las diferencias de abundancia entre los métodos usados, el método de Zig-zag registra el mayor número de valores atípicos y concentra sus registros en el 50% de los datos presentando una asimetría positiva, donde el método de botella (transecto) con el mismo tipo de asimetría tiene un valor de mediana más alto, es decir, su rendimiento con respecto al método de Zig-zag es mejor, teniendo no sólo un límite superior mayor sino valores atípicos más altos (figura 9).

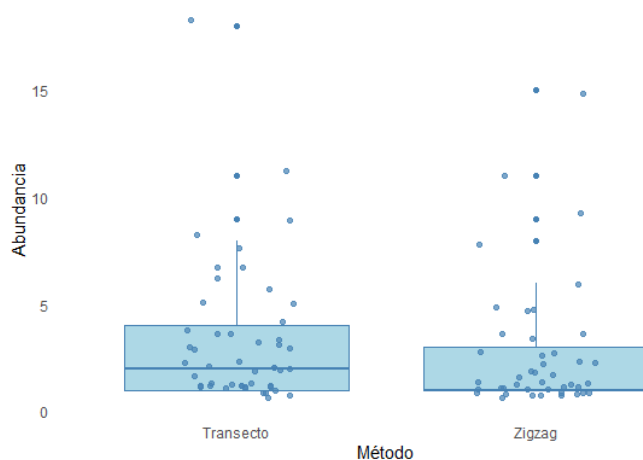


Figura 9. Diagramas de caja para la abundancia registrada en cada método de muestreo.

Los residuos con coloración azul especifican la atracción positiva entre los métodos, donde se observa la asociación fuerte entre la morfoespecie *Euglossa* sp3 y el transecto donde se usaron botellas, a su vez los residuos con coloración escarlata indican una atracción negativa, donde esta morfoespecie presenta una atracción negativa fuerte con el método Zig-zag, es decir, esta morfoespecie fue afín a la colecta por medio de trampas de botella. Por el contrario, las morfoespecies sp1 y sp4 de este género presentaron una atracción positiva hacia el método zig-zag, mientras que la morfoespecie sp2 no presentó una asociación con los dos métodos de colecta implementados. Por último, las especies restantes no presentan una atracción representativa hacia ambos métodos (Figura 10), por lo que se realizó el análisis a un nivel más específico a nivel de atrayentes.

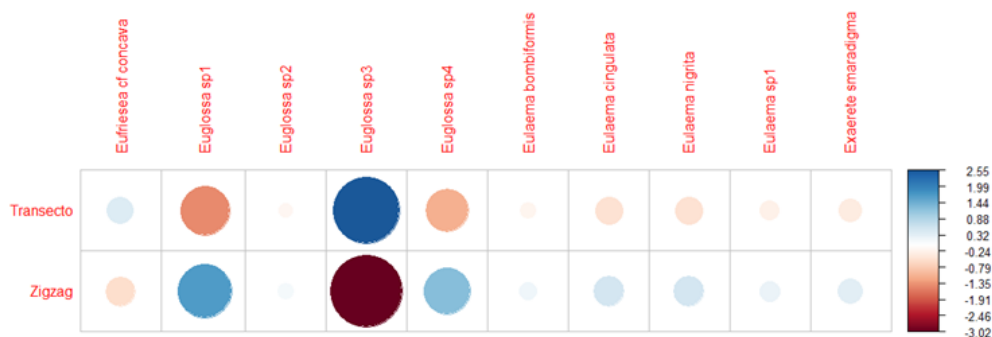


Figura 10. Test de independencia de Chi-cuadrado para la abundancia registrada por método de muestreo.

En términos de cebos o atrayentes utilizados, la esencia de eucalipto concentra la mayor cantidad de registros con los valores de abundancia más altos entre los mismos, no obstante, la mediana del salicilato de metilo no dista considerablemente del eucalipto y presenta una asimetría negativa, siendo el eugenol el cebo con menor rendimiento presentando la mediana más baja, de igual forma, el atrayente de vainilla presenta el menor número de registros, sin embargo, el valor de la mediana es más alto, siendo más efectivo en lo que a abundancia respecta, en comparación a los demás atrayentes (Figura 11).

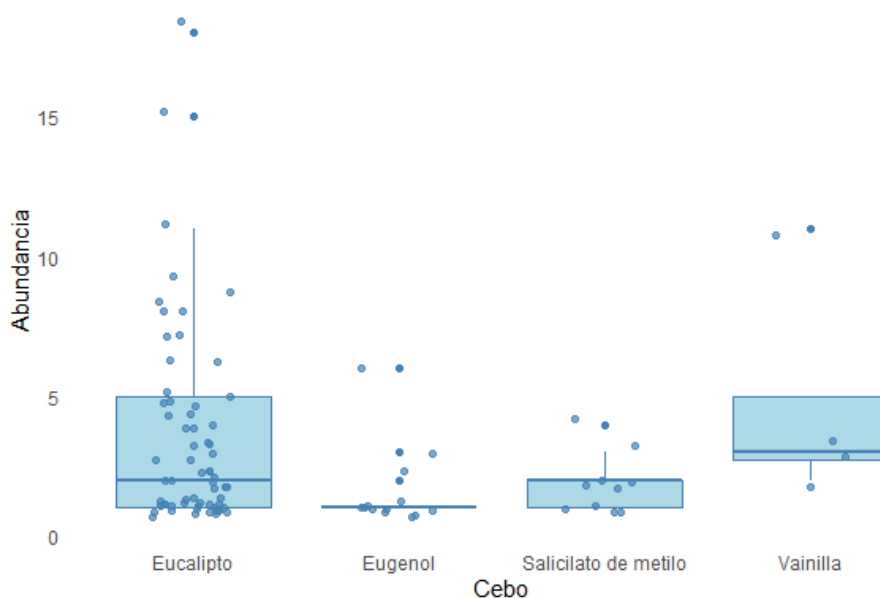


Figura 11. Diagramas de caja para la abundancia registrada en cada atrayente.

El test de independencia (Figura 12) muestra una asociación positiva fuerte entre el eugenol y la colecta de la especie *Eulaema bombiformis*, el salicilato de metilo con las morfoespecies sp1 y sp4 del genero *Euglossa* y *Euglossa* sp2 a la vainilla, se resalta que el atrayente eucalipto, el cual presentó la mayor cantidad de registros no indica una atracción positiva fuerte o medianamente fuerte con ninguna especie, por el contrario el mayor valor de asociación presentado es negativo por parte de la especie *Eulaema bombiformis* hacia este atrayente.

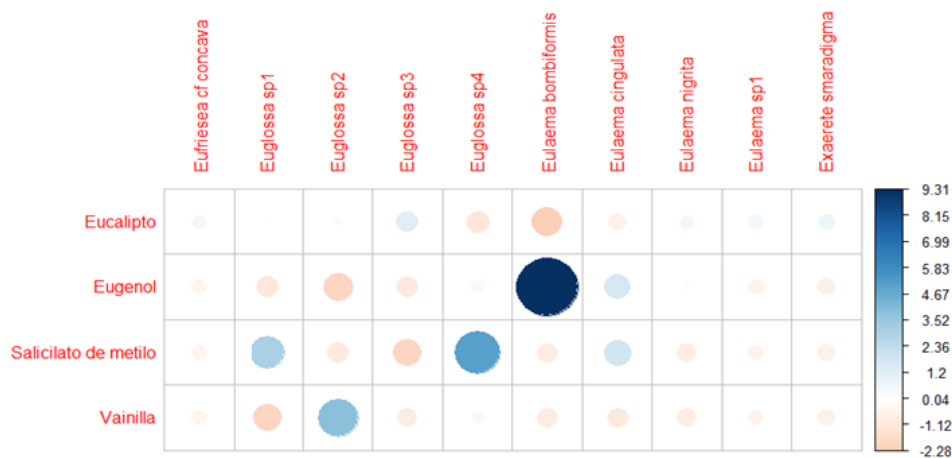


Figura 12. Test de independencia de Chi-cuadrado para la abundancia registrada por atrayente.

El análisis de componentes principales para conocer el grado de contribución de las variables ambientales sobre la abundancia, muestra que la dimensión 1 explica el 66.5% de la variabilidad de los datos, y en un contexto biológico es importante retener el mayor % de variabilidad por eso se optó por tomar en cuenta dos dimensiones del PCA el cual explica el 92.2% de la variabilidad, esto apoyado por el criterio de Kaiser, la correlación observada entre las variables y la influencia de las 4 variables en la construcción de las 2 DIM, por ello no se toma la totalidad de variables registradas. Dicho esto, la contribución sobre la abundancia está marcada por la altitud y la cobertura vegetal, siendo el Mirador de la Virgen la zona con mayor altitud registrada y cobertura del dosel, la temperatura y la humedad influyen en menor medida sobre la abundancia de las abejas euglosinas registradas (Figura 13).

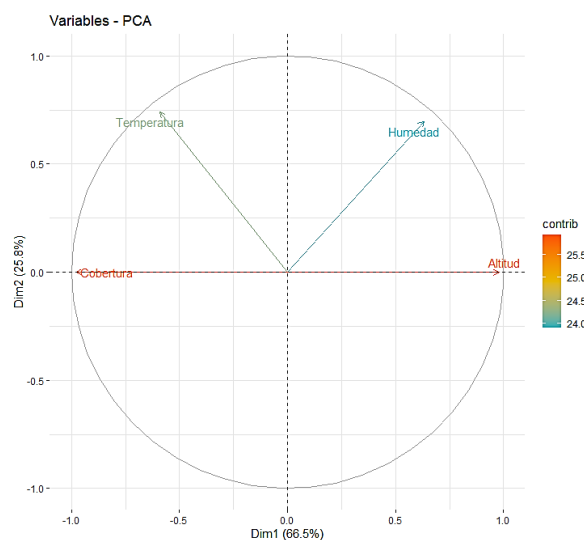


Figura 13. Análisis de componentes principales relacionando los factores ambientales con la abundancia registrada.

De manera complementaria a la contribución de las variables se elaboró el análisis de correlación por rangos, dado que el análisis de normalidad Shapiro-Wilk arrojó un p-valor de 1.749×10^{-12} , es decir, los datos no provienen de una distribución normal, por lo tanto, se usó el test no paramétrico de Spearman. En el cual se observa una correlación débil entre la abundancia y las variables temperatura, cobertura del dosel y el diámetro al nivel del pecho (DAP), lo cual indica que, una menor temperatura, cobertura del dosel y DAP influye negativamente sobre la abundancia (Figura 14).

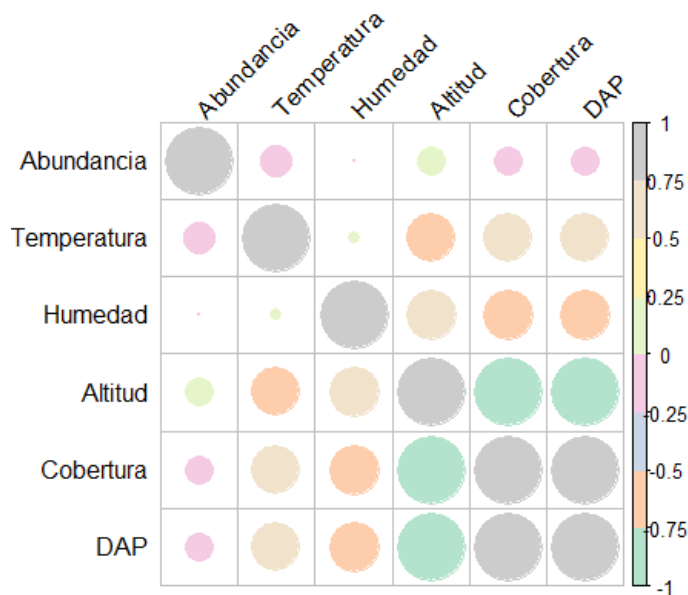


Figura 14. Análisis de correlación entre las variables y la abundancia.

El NMDS elaborado muestra que la especie *Eulaema bombiformis* se relaciona al parque La Iguana, *Eulaema cingulata* al Mirador de la Virgen en lo que a especies compartidas respecta; en términos de especies únicas, *Eufriesea cf concava*; *Eufriesea sp1*; *Euglossa sp4* y *Exaerete smaradigma* sólo fueron colectadas en el Mirador de la Virgen. En relación con las variables ambientales consideradas, el análisis muestra que no son determinantes para la ordenación, dado que las especies no se aglomeran cerca del grupo conformado por la temperatura, cobertura del dosel junto al DAP y el grupo conformado por la humedad relativa y la altitud.

Figura 15. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) relacionando distancias ambientales y las distancias biológicas.

6. DISCUSIÓN

En este estudio se colectaron 280 individuos de abejas de la tribu Euglossini distribuidos en cuatro géneros y 11 especies que corresponden al 6,32 % de las 174 especies registradas para el país (Chilito-Rodríguez *et al.*, 2021). Los estudios sobre Abejas de la tribu Euglossini comparando distintas localidades son escasos en gran parte del país, sin embargo, en un análisis realizado en el piedemonte llanero se identificaron 17 especies de las 26 conocidas para esta zona (Parra-H y Nates, 2007). En el departamento de la amazonia, la variedad de especies registradas es extensa: 43 especies en Caquetá, 36 en Amazonas, siete en Putumayo y Vichada, cinco en Guainía, tres en Vaupés, y ninguna en Guaviare (Chilito-Rodríguez *et al.*, 2021). Estas cifras evidencian la falta de estudios en muchas localidades, lo que impide obtener una comprensión más precisa de la verdadera riqueza biológica que alberga el país. En departamentos, como el Chocó, se han documentado 31 especies (Otero y Sandino, 2003), en la Orinoquia se ha documentado 17 especies (Pérez-Buitrago *et al.*, 2022) mientras que en Antioquia se reportan entre 21 (Arcos, 2020) y 50 especies (Ramírez *et al.*, 2015).

Respecto al panorama mundial, existen países con una larga tradición de investigaciones sobre abejas Euglossini, como Costa Rica, donde se han documentado entre 35 (Ramírez, 2019) y 40 especies (Santos Murgas *et al.*, 2018). En Panamá, se han registrado entre 15 y 28 especies (Ricklefs *et al.*, 1969; Osorio-Arenas y Santos -Murgas, 2017; Reyes-Ledezma *et al.*, 2020; Vega-Hidalgo *et al.*, 2020), mientras que, en Perú, la cifra alcanza las 31 especies (Allen *et al.*, 2019). Brasil, por su parte, se destaca como el país con una mayor dedicación a la investigación de Euglossini; en diversas localidades de Rio de Janeiro se han identificado entre 11 y 17 especies (Aguiar y Gaglianone, 2011), en Maranhao entre nueve (Rebêlo y Cabral, 1997) y 14 (Silva, *et al.*, 2009). En la Mata Atlántica, se han registrado nueve (Sofia, *et al.*, 2004), 23 (Rocha y Garófalo, 2013), y 12 especies (Rocha *et al.*, 2020) respectivamente, mientras que, en Mato Grosso, en el ecotono cerrado-selva, se han identificado 16 (Olivera-Junior *et al.*, 2015), en la sabana 14 (Viana *et al.*, 2021), en la catinga, cinco (Carneiro *et al.*, 2018), y en bosques higrófilos, cinco especies (Castro *et al.*, 2013).

El estudio registró una riqueza de 11 especies para las zonas periurbanas de Yopal (Casanare) lo que indica una diversidad notable para estas áreas, lo cual se asemeja a estudios realizados

en fragmentos urbanos, donde obtuvieron riquezas muy similares (Ferreira *et al.*, 2013) a pesar de que estos ambientes pueden presentar alteraciones que afectan la estabilidad de recursos, como los lugares de anidación y el suministro de alimentos para este grupo de abejas (Zanette *et al.*, 2005).

En cuanto a la completitud del muestreo, se determinó mediante los estimadores que fue significativamente alta, indicando que el proceso de muestreo fue efectivo, superando el 95% para ambas zonas de estudios (Parque la Iguana y Mirador de la Virgen) y los dos métodos de captura empleados (trampas de botella y Zigzag). Esto sugiere que las técnicas de captura, el número de trampas y el alcance del muestreo fueron adecuados y eficaces para obtener una representación significativa de la totalidad de la fauna de abejas de las orquídeas en cada área de estudio. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que utilizaron métodos de muestreo similares y demostraron una alta exhaustividad en la captura de abejas de las orquídeas (por ejemplo: Rojas *et al.*, 2022).

Por otra parte, los perfiles de diversidad (Figura 6), muestran una mayor concentración de riqueza, abundancia y equidad de abejas de las orquídeas en el Mirador de la Virgen, este fenómeno puede atribuirse a que esta zona exhibe una cobertura vegetal más conservada y sumado a que la franja donde se realizó el estudio es un bosque propio del Mirador de la Virgen, por ende, es una área con menor acceso para la comunidad; estas circunstancias ofrecen entornos más propicios para la construcción de nidos y con una mayor oferta de recursos alimenticios, lo que tiene un impacto positivo en las comunidades de las abejas (Loyola *et al.*, 2007).

En cuanto a las curvas rango-abundancia, se debe destacar que, para ambas zonas de estudio, el género *Euglossa* fue el más dominante, resaltando que hubo una mayor representatividad en el Mirador de la Virgen con una mayor diversidad y equidad en la distribución de especies (Figura 7), lo que concuerda con Ramírez *et al.*, (2002) y Nates-Parra, (2005), quienes indican que dentro de los géneros de la tribu Euglossini, *Euglossa* es uno de los grupos más abundantes en bosques naturales, debido a que presentan una mayor eficacia a los cambios ambientales, Grandolfo *et al.*, (2013) respaldan este hecho, ya que señalan que géneros como *Euglossa* se benefician de los procesos de fragmentación, siendo considerados indicadores biológicos de perturbación, dado que tienen una mayor capacidad para desplazarse entre

diferentes áreas en búsqueda de recursos alimenticios y lugares de anidación (Murgas, 2014). Además, mantienen cierto nivel de conectividad entre fragmentos de bosque (Vega-Hildago *et al.*, 2020).

Por su parte, el Parque La iguana, se caracterizó por la presencia de especies raras, donde se distinguieron morfoespecies como: *Euglossa sp4*, *Eufriesea cf. concava* y *Eulaema sp1*, resaltando que estas especies poco comunes se encontraron en las dos zonas de estudio, siguiendo un patrón similar al de las especies dominantes, siendo el Mirador de la virgen el mejor representado. Estos resultados subrayan la necesidad de considerar no solo la presencia de especies dominantes, sino también la diversidad de las especies menos comunes.

En cuanto a la abundancia registrada para cada sitio (Figura 8), se encontró mayor dispersión de datos en el Mirador de la Virgen en comparación con el Parque La Iguana, lo cual aporta un panorama sobre la variabilidad en la abundancia de especies de abejas en estas dos zonas, generando así una asimetría positiva en la distribución de los datos en el Mirador de la Virgen. Estos datos sugieren que la mayoría de los registros tienden a tener valores bajos, indicando que hay algunas especies que son más abundantes que otras; además, esta asimetría positiva implica que la media es más alta que la mediana, señalando que hay algunas especies que contribuyen significativamente a la abundancia total. Por otro lado, a pesar de que el Parque La Iguana también muestra una asimetría positiva, la menor dispersión de datos y la mediana equivalente al límite inferior de la caja sugieren que la abundancia de especies tiende a ser más uniforme en esta zona.

En términos de abundancia por método de muestreo (Figura 9), se encontró que el método de Zig-zag registra el mayor número de valores atípicos; lo que indica que este método puede ser más susceptible a variaciones inesperadas en la abundancia de especies. Esto podría deberse a la naturaleza más aleatoria o menos sistemática de la recolección de datos, lo que podría llevar a la captura de especies de manera menos predecible y, por lo tanto, resultar en una mayor variabilidad en los registros, en contraste, con los estudios realizados en el Parque Nacional Cusuco, Honduras (McCravy, Dyke, Creed y Roubik, 2016), y con los obtenidos por Nemésio y Vasconcelos (2014), así como los de Oliveira-Junior *et al.*, (2015), donde la metodología de zigzag obtuvo una colecta de especies más significativa, además indican que esté método puede revelar la composición faunística real de los sitios de muestreo.

Por otro lado, el método de botella (transecto) muestra una asimetría positiva similar a la de Zig-zag, pero con una mediana más alta. Este resultado indica que, aunque ambos métodos tienen una distribución sesgada, el método de botella tiende a tener valores de abundancia más altos en general. Además, al tener un límite superior mayor y valores atípicos más altos, el método de botella parece ser más efectivo para capturar la diversidad de especies y manejar de manera más eficiente la variabilidad en la abundancia lo que concuerda con Sydney y Gonçalves, 2015 y Reyes Ledezma *et al.*, 2020, por lo que esta técnica suele ser recomendada para muestreos complejos que requieran replicaciones y para muestrear en diferentes estratos del bosque.

Por su parte, el test de independencia proporciona una visión detallada de las relaciones entre las morfoespecies del género *Euglossa* y los métodos de muestreo utilizados (Figura 10). La presencia de residuos azules indica una atracción positiva, revelando una asociación fuerte entre la morfoespecie *Euglossa sp3* y el transecto donde se emplearon botellas. Este hallazgo sugiere que la morfoespecie en cuestión tiende a ser más eficientemente recolectada mediante el método de botella, mostrando una preferencia clara por este enfoque de muestreo.

Contrastando con esta atracción positiva, los residuos escarlatas señalan una atracción negativa significativa, específicamente entre *Euglossa sp3* y el método Zig-zag. Este resultado sugiere que esta morfoespecie muestra una preferencia marcada por el uso de trampas de botella en lugar del método Zig-zag.

Las morfoespecies sp1 y sp4 de *Euglossa* presentan una atracción positiva hacia el método Zig-zag, indicando que estos dos métodos de muestreo son más efectivos para recolectar estas morfoespecies en particular. Por otro lado, la falta de asociación significativa de la morfoespecie sp2 con ambos métodos sugiere que esta especie podría no mostrar preferencias notables entre los métodos de muestreo utilizados en este estudio.

En términos de abundancia por atrayente (Figura 11), se encontró que la esencia de eucalipto reporto la mayor abundancia, lo que puede indicar que este atrayente es particularmente efectivo en atraer y capturar a las especies de interés, resultados similares se obtuvieron en el estudio realizado por Santos-Murgas *et al.*, (2012), quienes lo reportan como el más eficiente. Por otro lado, el salicilato de metilo no dista considerablemente del eucalipto en términos de valores de abundancia, la presencia de una asimetría negativa en su distribución

indica que podría haber una variabilidad en la eficacia de este atrayente. La asimetría negativa sugiere que hay algunos registros que alcanzan valores relativamente altos, pero la mayoría de los registros tienden a estar en la parte inferior del rango de abundancia. Esto podría indicar que, aunque efectivo en ciertos casos, el salicilato de metilo puede ser menos consistente en su capacidad para atraer especies en comparación con la esencia de eucalipto, a diferencia de Rasmussen (2009) quien indica que el Salicilato de Metilo, es el atrayente más eficiente en tres tipos de bosques en el Perú. En contraste, el eugenol muestra el rendimiento más bajo, con la mediana más baja entre los atrayentes analizados. Esto sugiere que, en términos de abundancia, el eugenol puede no ser tan efectivo como otros atrayentes en el estudio, sin embargo, Anjos-Silva, 2008 y Silva *et al.*, 2009 obtuvieron una gran eficacia por parte de este atrayente.

Finalmente, la esencia de vainilla, a pesar de tener el menor número de registros, resalta su potencial como un atrayente efectivo para ciertas especies. La mediana más alta en comparación con los demás atrayentes indica que, aunque puede haber menos registros en total, estos tienden a tener valores más altos de abundancia. Este hallazgo concuerda con lo reportado por Carvalho *et al.*, (2006).

El test de independencia (Figura 12) nos indicó las relaciones específicas entre los atrayentes utilizados y las especies estudiadas, la asociación positiva fuerte entre el eugenol y la colecta de la especie *Eulaema bombiformis* destaca que este compuesto químico tiene un impacto significativo en atraer específicamente a esta especie. Respectivamente la asociación del salicilato de metilo con las morfoespecies sp1 y sp4 del género *Euglossa* y la asociación de *Euglossa* sp2 con la vainilla sugiere una preferencia marcada de estas especies por dicho atrayente. Lo que concuerda con estudios como, Anjos-Silva, 2008 y Silva *et al.*, 2009 quienes utilizaron los mismo atrayentes y obtuvieron afinidad por los géneros *Euglossa* y *Eulaema*.

Sorprendentemente, a pesar de que el eucalipto presentó la mayor cantidad de registros, el test de independencia no indica una asociación fuerte o medianamente fuerte con ninguna especie. La asociación negativa presentada por la especie *Eulaema bombiformis* hacia el eucalipto sugiere que este atrayente puede no ser tan efectivo para atraer a esta especie en particular. Sin embargo, Freire-R *et al.*, (2014), indican que especies de *Eulaema* son

fuertemente atraídas por el Eugenol registrando afinidades más claras en cuanto al tipo de atrayente específico de cada grupo.

En cuanto al análisis de componentes principales en donde se relacionó los factores ambientales y las abundancias registradas (Figura 13), se observó que el 66.5% de la variabilidad, es principalmente influenciada por la altitud y la cobertura vegetal. Esta observación destaca la importancia de estos dos factores en la determinación de la abundancia de abejas euglosinas. En particular, el Mirador de la Virgen, con la mayor altitud registrada y una mayor cobertura del dosel, emerge como la zona que exhibe una mayor contribución a la variabilidad en la abundancia.

En ese mismo sentido, se empleó del análisis de correlación por rangos, específicamente a través del test no paramétrico de Spearman (Figura 14) debido a la falta de normalidad en los datos, esto generó una perspectiva adicional para comprender las relaciones entre la abundancia de abejas euglosinas y las variables ambientales consideradas. La correlación débil identificada entre la abundancia y las variables de temperatura, cobertura del dosel y el diámetro al nivel del pecho (DAP) sugiere que existe una relación, aunque no muy fuerte, entre estos factores y la presencia de las abejas euglosinas en las áreas estudiadas.

En cuanto al escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) (Figura 15) este proporcionó una perspectiva valiosa sobre la distribución de especies de abejas euglosinas en relación con las áreas de estudio y las variables ambientales consideradas. La observación de que la especie *Eulaema bombiformis* se asocia al Parque La Iguana y *Eulaema cingulata* al Mirador de la Virgen en términos de especies compartidas sugiere una diferenciación clara en la composición de especies entre estas dos áreas. Además, la presencia de especies únicas como *Eufriesea cf concava*, *Eufriesea sp1*, *Euglossa sp4* y *Exaerete smaradigma* exclusivamente en el Mirador de la Virgen resalta la importancia de esta zona específica para la conservación de la biodiversidad de abejas euglosinas.

A pesar de las diferencias en la composición de especies entre las dos zonas, el análisis revela que las variables ambientales consideradas no son determinantes para la ordenación de las especies. La falta de agrupación cercana de las especies en relación con las variables ambientales específicas indica que la variabilidad en la distribución de las abejas euglosinas no está fuertemente vinculada a factores como la temperatura, la cobertura del dosel, el

diámetro al nivel del pecho (DAP), la humedad relativa y la altitud. Esta observación sugiere que otros factores, como la disponibilidad de recursos específicos o características del hábitat, podrían estar desempeñando un papel más influyente en la distribución de estas especies. Sin embargo, estudios como Andrade- Silva, Nemésio, Oliveira y Nascimento (2012), Rojas *et al.*, (2022) indican que las variables climáticas como humedad y temperatura son determinantes para la distribución de abejas de las orquídeas.

7. CONCLUSIONES

- La identificación de la especie *Eulaema bombiformis* asociada al Parque La Iguana y *Eulaema cingulata* al Mirador de la Virgen, en términos de especies compartidas, sugiere una distinción clara en la composición de especies entre estas dos áreas. Además, la presencia exclusiva de especies como *Eufriesea cf concava*, *Eufrissea sp1*, *Euglossa sp4* y *Exaerete smaradigma* en el Mirador de la Virgen destaca la importancia crucial de esta zona específica para la conservación de la biodiversidad de abejas euglosinas.
- La variabilidad en la abundancia de las abejas euglosinas, esta principalmente influenciado por la altitud y la cobertura vegetal destacando la importancia de estos dos factores, y se ve reflejado en los resultados que presento el Mirador de la Virgen, sin embargo, en cuanto a la distribución de especies y su relación con las variables estas no están fuertemente vinculadas, ya que los análisis estadísticos muestran que las variables ambientales utilizadas no son determinantes para la composición de las especies de abejas euglosinas.
- La esencia de eucalipto se destacó como el cebo más efectivo en términos de abundancia, seguido por el salicilato de metilo. El eugenol mostro un rendimiento más bajo, mientras que el atrayente de vainilla, a pesar de tener menos registros, fue más efectivo en términos de abundancia en comparación con otros atrayentes.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, W. M. y Gaglianone, M. C., 2011. Euglossine bees (Hymenoptera Apidae Euglossina) on an inselberg in the Atlantic Forest domain of southeastern Brazil. *Tropical Zoology*, 24(2), 107-125.
- Ahrne, K., Bengtsson, J., y Elmqvist, T., 2009. Bumble bees (*Bombus* spp) along a gradient of increasing urbanization. *PloS one*, 4(5), e5574.
- Allen, L., Reeve, R., Nousek-McGregor A., Villacampa, J., MacLeod, R., 2019. Are orchid bees useful indicators of the impacts of human disturbance *Ecological Indicators*, 103, 745-755.
- Alonso, A., 2022. Análisis de comunidades: ANOSIM y NMDS.. <https://rpubs.com/aafernandez1976/ANOSIMyNMDS>.
- Andrade-Silva, A. C. R., Nemesio, A., Oliveira, F. F. y Nascimento, F. S., 2012. Spatial - Temporal Variation in Orchid bee communities (Hymenoptera: Apidae) in remnants of Arboreal Caatinga in the Chapada Diamantina Region, State of Bahia, Brazil. *Neotropical Entomology*, 41, 296-305.
- Anjos-Silva, E.J. & Rebêlo, J.J.M., 2006. A new species of *Exaerete* Hoffmannsegg (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) from Brazil, *Zootaxa Volumen 1105*: pp. 27–35.
- Añino, Y., Parra-H, A., y Gálvez, D., 2019. Are orchid bees (Apidae: Euglossini) good indicators of the state of conservation of neotropical forests. *Sociobiology*, 66(1), 194-197.
- Arcos-Valencia, J. F., 2020. Diversidad de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) en el vaso del embalse del proyecto hidroeléctrico “Hidroituango”, Antioquia Colombia. Tesis de Pregrado, Universidad de la Amazonia, Caquetá, Colombia.

- Ayala, R., y Engel, M. S., 2008. A new species of *Eufriesea* from Jalisco, México, with a key to Mexican species of the genus (Hymenoptera: Apidae). *Beiträge zur Entomologie= Contributions to Entomology*, 58(2), 227-237.
- Baldock, K. C., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N., Morse, H., ... & Memmott, J., 2019. A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. *Nature ecology & evolution*, 3(3), 363-373.
- Banaszak-Cibicka, W., & Żmihorski, M., 2012. Wild bees along an urban gradient: winners and losers. *Journal of Insect Conservation*, 16, 331-343.
- Bańkowska R., 1980. Comunidades de moscas de la familia Syrphidae en hábitats naturales y antropogénicos de Polonia. *Memorable Zool* 33:3–93
- Bańkowska R., 1981. Sífidos (Diptera, Syrphidae) de Varsovia y Mazovia. *Memorable Zool* 35:57–78
- Barrientos, Z., 2003. Aspectos básicos sobre la clasificación, recolección, toma de datos y conservación de los moluscos. *Revista de Biología Tropical*, 13-30.
- Boff, S., & Alves-dos-Santos, I., 2018. Cavities in bromeliad stolons used as nest sites by *Euglossa cordata* (Hymenoptera, Euglossini). *Journal of Hymenoptera Research*, 62, 33-44.
- Bonilla-Gómez, M. A., y Nates-Parra, G., 1992. Abejas euglosinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. *Caldasia*, 149-172.
- Cândido, M. E. M., Morato, E. F., Storck-Tonon, D., Miranda, P. N., y Vieira, L. J., 2018. Effects of fragments and landscape characteristics on the orchid bee richness (Apidae: Euglossini) in an urban matrix, southwestern Amazonia. *Journal of Insect Conservation*, 22, 475-486.
- Cândido, M. E. M., Morato, E. F., Storck-Tonon, D., Miranda, P. N., y Vieira, L. J., 2018. Effects of fragments and landscape characteristics on the orchid bee richness (Apidae: Euglossini) in an urban matrix, southwestern Amazonia. *Journal of Insect Conservation*, 22, 475-486.

- Cane, J. H., 2001. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict?. *Conservation Ecology*, 5(1).
- Cane, J. H., 2005. Bees, pollination, and the challenges of sprawl. In *Nature in fragments: the legacy of sprawl* (pp. 109-124). Columbia University Press.
- Carmona, V., & Carmona, T., 2013. La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*. 14, 20-28.
- Carneiro, L. S., Aguiar, W. M., Aguiar, C. M. L., Santos, G. M. M., 2018. Orchid Bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in seasonally dry tropical forest (Caatinga) in Brazil. *Sociobiology*, 65(2), 253-258.
- Carvalho, C.C. Rêgo, M.M. & Mendes, F.N., 2006. Dinâmica de populações de *Euglossina* (Hymenoptera, Apidae) em mata ciliar, Urbano Santos, Maranhão, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, Volumen 96 (2): pp. 249-256.
- Castro, M. M. N., Garófalo, C. A., Serrano, J. C., Silva, C. I., 2013. Temporal variation in the abundance of Orchid Bees (Hymenoptera: Apidae) in a Neotropical Hygrophilous Forest. *Sociobiology*, 60(4), 405-412.
- CEN, I. T., 2017. ¿Qué fue primero, las orquídeas aromáticas o las abejas euglosidas colectoras de fragancias? El caso de *Catasetinae*. *Desde El Herbario CICY*, 9, 13–18, 2017.
- Chao, A., Chiu, C. H., y Jost, L., 2010. Phylogenetic diversity measures based on Hill numbers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1558), 3599- 3609. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0272>
- Chao, A., y Jost, L., 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952>.
- Chilito-Rodríguez, E. P., Bañol, E. R. H., Valencia, A. V., y Olarte, M. J. P., 2021. Abejas Euglossinas (Apidae: Euglossini): un enfoque de conservación e importancia ecológica. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(4), 6224-6245.

- Comercio de Yopal., 2020, 3 de abril. El Parque La Iguana. Yopal. Comercio de Yopal.
<https://www.comerciodeyopal.com.co/?q=blog/el-parque-la-iguana-yopal>.
- Cordeiro, M., Garraffoni, A. R. S., & Lourenço, A. P., 2018. Rapid assessment of the orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the vicinity of an urban Atlantic Forest remnant in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 79, 149-151.
- Cordeiro, M., Garraffoni, A. R. S., & Lourenço, A. P., 2018. Rapid assessment of the orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the vicinity of an urban Atlantic Forest remnant in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 79, 149-151.
- Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., y Hansen, M. C., 2018. Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108-1111.
- da Silva Machado, C. A., Costa, C. P., y Francoy, T. M., 2018. Different physiognomies and the structure of Euglossini bee (Hymenoptera: Apidae) communities. *Sociobiology*, 65(3), 471-481.
- Damborsky, M.; Bar, M.; Álvarez, M. y Oscherov, E., 2008. Comunidad de escarabajos copronecrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) en dos bosques del Chaco Oriental Húmedo, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, ene/jun. 2008, Vol. 67, N° 1-2. ISSN 0373-5680. p. 145-153.
- de Oliveira, M. L., y Nemésio, A., 2003. *Exaerete lepeletieri* (Hymenoptera: Apidae: Apini: Euglossina): a new cleptoparasitic bee from Amazonia. *Lundiana: International Journal of Biodiversity*, 4(2), 117-120.
- dos Santos Vilhena, P., 2017. Male orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in canopy and understory of Amazon Várzea floodplain forest. I. Microclimatic, seasonal and faunal aspects. *Sociobiology*, 64(2), 191-201.
- Dressler, R. L., 1982. Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual review of ecology and systematics*, 13(1), 373-394.
- Engel, M. S., 1999. The first fossil Euglossa and phylogeny of orchid bees (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *American Museum novitates*; no. 3272.

- Ferrari, R. R., Nemésio, A., y Silveira, F. A., 2017. Phylogeny of the orchid-bee genus *Euglossa* Latreille (Hymenoptera: Apidae), with emphasis on the subgenera *E.(Glossura)* Cockerell and *E.(Glossuropoda)* Moure. *Zoologischer Anzeiger*, 267, 82-100.
- Ferreira RP, Martins C, Dutra MC, Mentone CB, Antonini Y., 2013. Old Fragments of Forest Inside an Urban Area Are Able to Keep Orchid Bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) Assemblages? The Case of a Brazilian Historical City. *Neotrop Entomol.* 42(5):466-73. doi: 10.1007/s13744-013-0145-1. Epub 2013 Jul 16. PMID: 23949981.
- Frankie, G. W., Thorp, R. W., Schindler, M., Hernandez, J., Ertter, B., y Rizzardi, M., 2005. Ecological patterns of bees and their host ornamental flowers in two northern California cities. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 78(3), 227-246.
- Freire-R, L., Flores, G., Barajas, R., Macias, C., & Lara, S., 2014. El uso de platos trampa y red entomológica en la captura de abejas nativas en el estado de Nuevo León, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(3), 508–538.
- Freiria, G. A., Garófalo, C. A., y Del Lama, M. A., 2017. The primitively social behavior of *Euglossa cordata* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini): a view from the perspective of kin selection theory and models of reproductive skew. *Apidologie*, 48, 523-532.
- Grajales-Conesa, J., Meléndez-Ramírez, V., y Cruz-López, L., 2011. Aromas florales y su interacción con los insectos polinizadores. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1356-1367.
- Grandolfo, V. A., Junior, R. C. B., Neto, C. D. M. S., Neto, J. N. M., y Gonçalves, B. B., 2013. Riqueza e Abundância de Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em Parques Urbanos de Goiânia, Goiás. *EntomoBrasilis*, 6(2), 126-131.
- Grandolfo, V. A., Junior, R. C. B., Neto, C. D. M. S., Neto, J. N. M., y Gonçalves, B. B., 2013. Riqueza e Abundância de Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em Parques Urbanos de Goiânia, Goiás. *EntomoBrasilis*, 6(2), 126-131.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., y Briggs, J. M., 2008. Global change and the ecology of cities. *science*, 319(5864), 756-760.

- Grimm, N. B., Foster, D., Groffman, P., Grove, J. M., Hopkinson, C. S., Nadelhoffer, K. J., ... y Peters, D. P., 2008. The changing landscape: ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(5), 264-272.
- Haberl, H., Erb, K. H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzar, C., ... y Fischer-Kowalski, M., 2007. Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(31), 12942-12947.
- Hernandez, J. L., Frankie, G. W., & Thorp, R. W., 2009. Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study. *Cities and the Environment (CATE)*, 2(1), 3.
- Hinojosa-Díaz, I. A., y Engel, M. S., 2007. Two new orchid bees of the subgenus *Euglossella* from Peru (Hymenoptera: Apidae). *Beiträge zur Entomologie= Contributions to Entomology*, 57(1), 93-104.
- Hinojosa-Díaz, I. A., y Engel, M. S., 2011. *Euglossa williamsi*, a new species of orchid bee from the Amazon Basin of Ecuador and Peru, with notes on its taxonomic association and biogeography (Hymenoptera, Apidae). *ZooKeys*, (159), 49.
- Hinojosa-Díaz, I. A., y Engel, M. S., 2012. A checklist of the orchid bees of Nicaragua (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 85(2), 135-144.
- Hostetler, N. E., y McIntyre, M. E., 2001. Effects of urban land use on pollinator (Hymenoptera: Apoidea) communities in a desert metropolis. *Basic and Applied Ecology*, 2(3), 209-218.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H. y Chao, A., 2016. iNEXT: un paquete R para la rarefacción y extrapolación de la diversidad de especies (números H ill). *Métodos en Ecología y Evolución*, 7(12), 1451- 1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>

- Huang, K., Li, X., Liu, X., y Seto, K. C., 2019. Projecting global urban land expansion and heat island intensification through 2050. *Environmental Research Letters*, 14(11), 114037.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM., 2018. Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos.
- Jaccard, Paul., 1908. Nouvelles Recherches Sur la Distribution Florale. *Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles*. 44. 223-70. 10.5169/seals-268384.
- Jost, L., 2007. Partición de la diversidad en componentes alfa y beta independientes. *Ecología*, 88(10), 2427-2439. <https://doi.org/10.1890/06-1736.1>
- Jost, L., DeVries, P., Walla, T., Greeney, H., Chao, A. y Ricotta, C., 2010. Partición de la diversidad para análisis de conservación. *Diversidad y distribuciones*, 16(1), 65-76. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00626.x>
- Kimsey, L. S., 1979. An illustrated key to the genus *Exaerete* with descriptions of male genitalia and biology (Hymenoptera: Euglossini, Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 735-746.
- Loyola, R.D., Antonini, Y., Jacobi, M.C. y Martins, R.P., 2007. Disponibilidad de recursos florales en campos metalíferos: abundancia of species, frequency of visits and behavior of bees. *Bioikos*, Campinas. Volumen 21 (1): pp. 41-50.
- Matteson, K. C., Grace, J. B., y Minor, E. S., 2013. Direct and indirect effects of land use on floral resources and flower-visiting insects across an urban landscape. *Oikos*, 122(5), 682-694.
- McCravy, K. W., Dyke, J. V., Creedy, T. J. y Roubik, D. W. (2016). Orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) of Cusuco National Park, State of Cortés, Honduras. *Florida Entomologist*, 99 (4), 765-768. <https://doi.org/10.1653/024.099.0431>
- McDonnell, M. J., Hahs, A. K., y Breuste, J. H. (Eds.), 2009. *Ecology of cities and towns: a comparative approach*. Cambridge University Press.

- McIntyre, N. E., Rango, J., Fagan, W. F., y Faeth, S. H., 2001. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and urban planning*, 52(4), 257-274.
- McKinney, M. L., 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological conservation*, 127(3), 247-260.
- Melo, G. A., 2014. Notes on the systematics of the orchid-bee genus *Eulaema* (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 58, 235-240.
- Michener, C. D., 2007. *Lisotrigona* in Thailand, and the male of the genus (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) 1. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 80(2), 130-135.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., y Pavón, N. P., 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-126.
- Moreno, C., 2001. Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p. *Revista de Biología Tropical*, 49(3-4), 1300-1302.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T., 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal (Vol. 87). Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).
- Munyuli, T. M. B., 2012. Diversity of life-history traits, functional groups, and indicator species of bee communities from farmlands of central Uganda. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 5(1), 1-14.
- Murgas, A., 2014. Monitoreo de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en el Parque Nacional Darién, República de Panamá. *Revista Científica CENTROS. Universidad de Panamá*, 3(2), 121-142.
- Nates-Parra, G., 2005. Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 75, 7-20.

- Nates-Parra, G., Parra, A., Rodríguez, Á., Baquero, P., y Vélez, D., 2006. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 77-84.
- Nemésio A, Morato EF., 2004. Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) of the Humaitá Reserve, Acre State, Brazilian Amazon, with comments on bait trap. *Rev Tecnol Amb* 10:71–80
- Nemésio, A. y Silveira, F.A., 2007. Diversity and Distribution of Orchid Bees (Hymenoptera: Apidae) with a Revised Checklist of Species. *Neotropical Entomology*, Volumen 36 (6). Pp. 874-888.
- Nemésio, A., & Vasconcelos, H. L. (2014). Effectiveness of two sampling protocols to survey orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in the Neotropics. *J Insect Conserv*, 18, 197-202. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9629-5>.
- Nemesio, A., y Engel, M. S., 2012. Three new cryptic species of *Euglossa* from Brazil (Hymenoptera, Apidae). *ZooKeys*, (222), 47.
- Nemésio, A., y Silveira, F. A., 2007. Orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) of Atlantic Forest fragments inside an urban area in southeastern Brazil. *Neotropical Entomology*, 36, 186-191.
- Niemelä, J., Kotze, J., Ashworth, A., Brandmayr, P., Desender, K., New, T., ... y Spence, J., 2000. The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. *Journal of Insect Conservation*, 4, 3-9.
- Oliveira-Junior, J. M. B., Almeida, S. M., Rodrigues, L., Silvério Júnior, A. J., Anjos-Silva, E. J., 2015. Orchid bees (Apidae: Euglossini) in a forest fragment in the ecotone Cerrado- Amazonian forest, Brazil. *Acta Biológica Colombiana*, 20(3), 67-78.
- Osorio-Arenas, M. A. y Santos Murgas, A., 2017. Estudio sobre el conocimiento de la diversidad de abejas de la orquídea (Apidae: Euglossini) en la comunidad de Ustupu, Comarca Kuna Yala, Panamá. *Scientia*, 28(1), 61-71.
- Otero, J. T. y Sandino, J. C., 2003. Capture rates of male Euglossine bees across a human intervention gradient, Chocó Region, Colombia. *Biotropica*, 35(4), 520-529.

- Parra, A. y Nates-Parra, G., 2007. Variación de la comunidad de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero colombiano. *Revista de biología tropical*, 55 (3-4), 931-941.
- Parra, A., y Nates-Parra, G., 2009. La arquitectura de nidos de *Euglossa* (*Euglossa*) *hemichlora* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Revista Colombiana de Entomología*, 35(2), 283-285.
- Parra-H, A. y Nates-Parra, G., 2012. The ecological basis for biogeographic classification: an example in orchid bees (Apidae: Euglossini). *Neotropical Entomology*, 41(6), 442-449.
- Parra-H, A., Otero, J. T., Sandino, J. C., y Ospina, T. R., 2016. Abejas de la orquídea (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) y su importancia como polinizadoras de amplio rango en ecosistemas naturales. *Iniciativas colombianas de polinizadores*, 141-155.
- Pérez-Buitrago, N., Mojica-Candela, L. J., y Agudelo-Martínez, J. C., 2022. Seasonal variation of Euglossine bees (Apidae: Euglossini) in the North of the Colombian Orinoquia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(179), 470-481.
- Perger, R., 2015. The highest known euglossine bee community from a garden in the Bolivian Andes (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Journal of Hymenoptera Research*, 45, 65-73.
- Quiñónez, A. G. A., 2009. Riqueza y distribución potencial de las abejas Euglosinas (Apinae: Euglossini) en Guatemala.
- Ramírez, S. R., Hernández, C., Link, A., López-Urbe, M. M., 2015. Seasonal cycles, phylogenetic assembly, and functional diversity of orchid bee communities. *Ecology and Evolution*, 5(9), 1896-1907.
- Ramirez, S., 2006. *Euglossa samperi* n. sp., a new species of orchid bee from the Ecuadorian Andes (Hymenoptera: Apidae). *Zootaxa*, 1272(1), 61-68.

- Ramírez, S., Dressler, R. L., & Ospina, M., 2002. Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies con notas sobre su biología. *Biota Colombiana*, 3(1), 7–118.
- Ramírez, V. M., Calvillo, L. M., & Kevan, P. G., 2012. Effects of human disturbance and habitat fragmentation on stingless bees. In *Pot-Honey: A legacy of stingless bees* (pp. 269-282). New York, NY: Springer New York.
- Rasmussen, C., 2009. Diversity and abundance of orchid bees (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) in a tropical rainforest succession. *Neotropical Entomology*. Volume 38(1): pp. 066-073.
- Raven, P. H., y Wagner, D. L., 2021. Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002548117.
- Razo, L. A. E., 2015. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) y sus interacciones con la flora en la Sierra de Quila, Telocotlán, Jalisco (Tesis de maestría). Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Rebêlo, J. M. M. y Cabral A. J. M., 1997. Abelhas Euglossinae de Barreirinhas, zona litoral da baixada oriental maranhense. *Acta Amazônica*, 27, 145-152.
- Reyes Ledezma, K. Y., Santos Murgas, A., González, P., Gómez, I. Y. y Vargas, A. B., 2020. Diversidad alpha y beta de abejas euglossini (Hymenoptera: Apidae) en el dosel y sotobosque del Cerro Turega, Provincia de Coclé, Panamá. *Tecnociencia*, 22, 57 (2) 205-225.
- Reyes, E., Meléndez, R. V., Delfin, H., y Ayala, R., 2009. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 10(1).
- Ricklefs, R. E., Adams, R. M., Dressler, R. M., 1969. Species diversity of Euglossa in Panama. *Ecology*, 50, 713-716.

- Rocha-Filho, L. C. y Garófalo, C. A., 2013. Community ecology of Euglossine bees in the coastal Atlantic Forest of São Paulo State, Brazil. *Journal of Insect Science*, 13(1), 23.
- Rocha-Filho, L. C., Montagnana, P. C., Boscolo, D., Garófalo, C. A., 2020. Species turnover and low stability in a community of Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) sampled within 28 years in an urban forest fragment. *Apidologie*, 51(6), 921-934.
- Rojas, B., Vásquez, O., Santos-Murgas, A., Cobos, R., & Gómez Robles, I. Y., 2022. Abejas de las orquídeas como bioindicadores del estado de conservación de un bosque. *Manglar*, 19(3), 271-277.
- Roubik, D. W., 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. FAO, Roma.
- Roubik, DW y Hanson, PE., 2004. Abejas de orquídeas de la América tropical: Biología y guía de campo. Editorial INBio.
- Roulston, T. A. H., y Goodell, K., 2011. The role of resources and risks in regulating wild bee populations. *Annual review of entomology*, 56, 293-312.
- Salamanca Moreno, A., 2021. Corazón Llanero Parque Lineal integrado Al Turismo En Casanare.
- Samways, M. J., McGeoch, M. A., y New, T. R., 2010. Insect conservation: a handbook of approaches and methods. Oxford University Press.
- Santos, M. A., Abrego, J. C., López Ch., O. G, Monteza, C., Osorio, M., Guardia, R., Villarreal, C., 2018. Abejas de las Orquídeas (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) del Parque Nacional Darién, Panamá. *Tecnociencia*, (20), N° 2: 59-69.
- Santos, M. A., y Añino, R. Y. J., 2016. Contribución al Conocimiento de la Diversidad de Abejas de Las Orquídeas (Apidae: Euglossini) de la Península de Azuero, Panamá. *Tecnociencia*, 18, (2).
- Santos-Murgas, A. Muñoz, R. A., Osorios, M. A., y Carranza, R., 2012. Mariposas papilionoidea y hesperioidea (insecta: lepidoptera) de la isla majé, comarca guna de madungandí, panamá. *Tecnociencia*, 14(2), 39-54

- Santos-Murgas, A., 2014. Monitoreo de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en el Parque Nacional Natural Darién, Republica de Panamá. Centros, Universidad de Panamá. pp. 121-142.
- Santos-Murgas, A., Abrego, J. C., Añino, Y. y López, O., 2016. Notas sobre depredación de *Apiomerus hirtipes* (Hemiptera: Reduviidae) sobre abejas de la orquídea (Apidae: Euglossinae). CENTROS, Volumen 5 (2): pp. 46-52.
- Santos-Murgas, A., Ábrego, J. C., López Ch, O. G., Monteza, C., Osorio, M., Guardia, R., Álvarez, E., Quiroz, K., Añino, Y. J., Carranza, B. RE., Villarreal, C., 2018. Abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) del Parque Nacional Darién, Panamá. Tecnociencia, 20(2), 59-69.
- Santos-Murgas, A., Muñoz Méndez, R.A., Medianero, E., Osorio-Arenas, M.A., y Carranza, Y.R., 2012. Abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) en la comarca Guna de Madungandí, provincia de Panamá, Panamá. Scientia, Volumen 22 (2): pp. 77-91.
- Sattler, T., Borcard, D., Arlettaz, R., Bontadina, F., Legendre, P., Obrist, M. K., y Moretti, M., 2010. Spider, bee, and bird communities in cities are shaped by environmental control and high stochasticity. Ecology, 91(11), 3343-3353.
- Silva, F.S. & Rebelo, J.M., 1999. Euglossine Bees (Hymenoptera : Apidae) of Buriticupu, Amazonia of Maranhão, Brazil. Acta Amazonica. Volumen 29(4): pp. 587-599. CEP 65.025-560.
- Silva, O., Rego M. M. C., Albuquerque P. M. C., Ramos, M. C., 2009. Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Área de Restinga do Nordeste do Maranhão. Neotropical Entomology, 38(2), 186-196.
- Silveira, F. A., 2002. The bamboo-nesting carpenter bee, *Xylocopa* (*Stenoxycopa*) *artifex* Smith (Hymenoptera: Apidae), also nests in fibrous branches of *Vellozia* (Velloziaceae). Lundiana: International Journal of Biodiversity, 3(1), 57-60.

- Sofia, S. H., dos Santos, A. M., da Silva, C. R. M., 2004. Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 94(2), 217-222.
- Somejima H, Markuzi M, Nagamitsu T, Nakasizuka T., 2004 The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biol Conserv* 120:577–587
- Stelzer, R. J., Chittka, L., Carlton, M., & Ings, T. C., 2010. Winter active bumblebees (*Bombus terrestris*) achieve high foraging rates in urban Britain. *PLoS One*, 5(3), e9559.
- Theodorou, P., Radzevičiūtė, R., Lentendu, G., Kahnt, B., Husemann, M., Bleidorn, C., ... y Paxton, R. J., 2020. Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects. *Nature communications*, 11(1), 576.
- Theodorou, P., Radzevičiūtė, R., Settele, J., Schweiger, O., Murray, T. E., y Paxton, R. J., 2016. Pollination services enhanced with urbanization despite increasing pollinator parasitism. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1833), 20160561.
- Valdez Benitez, O. J., 2017. Polinizadores (Euglossini–Apidae) del sur de Colombia: distribución por transformación de hábitats, por factores ambientales y geográficos (Doctoral dissertation).
- Valencia, J. F. A., y Florencia, C., 2020. Diversidad de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) en el vaso del embalse del proyecto hidroeléctrico “Hidroituango”, Antioquia Colombia.
- Vega-Hidalgo, A., Añino, Y., Krichilsky, E., Smith, Ar., Santos-Murgas, A., Gálvez, D., 2020. Decline of native bees (Apidae: Euglossa) in a tropical forest of Panamá. *Apidologie*, 51, 1038-1050.
- Vélez, D., y Pulido-Barrios, H., 2005. Observaciones sobre la estratificación vertical de abejas Euglosinas (Apidae: Euglossini) en un bosque ripario de la Orinoquía colombiana. *Caldasia*, 27(2), 267-270.

- Viana, T. A., Martins, F. M., Lourenço, A. P., 2021. The Orchid Bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) of a Neotropical Savanna: an efficient protocol to assess bee community and diversity along elevational and habitat complexity gradients. *Neotropical Entomology*, 50, 748-758.
- Williams, N. H., y Whitten, W. M., 1983. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: methods and advances in the last sesquidecade. *The Biological Bulletin*, 164(3), 355-395.
- Wilson, R. J., y Fox, R., 2021. Insect responses to global change offer signposts for biodiversity and conservation. *Ecological Entomology*, 46(4), 699-717.
- Winfree, R., Aguilar, R., Vázquez, DP, LeBuhn, G. y Aizen, MA., 2009. Un metanálisis de las respuestas de las abejas a las perturbaciones antropogénicas. *Ecología*, 90 (8), 2068-2076.
- Zanette, L. R. S., Martins, R. P., & Ribeiro, S. P. (2005). Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. *Landscape and Urban Planning*, 71(2-4), 105-121.
- Zattara, E. E., y Aizen, M. A., 2021. Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, 4(1), 114-123.