

Biotempo (Lima)



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

TAXONOMIC DIVERSITY OF ORCHID BEES (APIDAE: EUGLOSSINI) AND ITS RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENTAL FACTORS IN PERIURBAN AREAS OF YOPAL, CASANARE, COLOMBIA

DIVERSIDAD TAXONÓMICA DE ABEJAS DE LAS ORQUÍDEAS (APIDAE: EUGLOSSINI) Y SU RELACIÓN CON FACTORES AMBIENTALES EN ÁREAS PERIURBANAS DE YOPAL, CASANARE, COLOMBIA

María Fernanda Rosado- Martínez¹, Alonso Santos-Murgas^{2,3*}, Rafael Mauricio Cobos-Hernandez⁴, Diego Armando Carrero⁵ & Ingrid Berenice Flórez-Villamizar⁶.

^{1,4,5}Departamento de Biología, Universidad de Pamplona, Laboratorio de entomología, Grupo de investigación en Ecología y Biogeografía - GIEB, Pamplona, Colombia.

² Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Museo de Invertebrados G. B: Fairchild, Departamento de Zoología, Ciudad de Panamá, Panamá.

³ Estación Científica Coiba AIP, Ciudad del Saber, Panamá.

⁶ Fundación Universitaria Los Libertadores, Ciudad de Bogotá, Colombia

* Corresponding author: santosmurgasa@gmail.com

María Fernanda Rosado-Martínez: <https://orcid.org/0009-0002-9340-4401>

Alonso Santos-Murgas: <https://orcid.org/0000-0001-9339-486X>

Rafael Mauricio Cobos-Hernández: <https://orcid.org/0000-0002-7574-5168>

Diego Armando Carrero: <https://orcid.org/0000-0002-8291-9330>

Ingrid Berenice Flórez-Villamizar: <https://orcid.org/0009-0000-7270-5868>

ABSTRACT

Orchid bees (Apidae: Euglossini) are endemic to the Neotropics, with 134 species recorded in Colombia. These bees are distinguished by being attracted to fragrances from various botanical families and play an important role in natural ecosystems. Research has primarily focused on these natural areas, which is why this study aims to evaluate the taxonomic diversity of orchid bees and their relationship to certain environmental factors in two peri-urban areas (Parque de la Iguana and Mirador de la Virgen) in the city of Yopal, Casanare Department, Colombia. Two types of sampling were conducted: transects (bottle method) and Zigzag, using eucalyptus, vanilla, eugenol, and methyl salicylate fragrances as attractants. The collected specimens were transported for taxonomic identification and preservation in the entomological collection. A total of 280 individuals (4 genera and 11 species) were collected. Diversity was estimated using Hill numbers, with Mirador de la Virgen being 0.66 times more diverse than Parque La Iguana. The species *Eufriesea cf concava* (Friese, 1899); *Eufriesea* sp1; *Euglossa* sp4, and *Exaerete smaradigma* (Guérin-Méneville, 1844) were only collected in Mirador de la Virgen. However, in terms of site and sampling method abundance, no significant differences were found according to the Kruskal-Wallis test (p-values 0.46 and 0.26). In contrast, there was a significant effect of the bait type (p-value



0.01), with a large effect size (η^2_H 0.17) observed between eucalyptus and eugenol differences. *Euglossa* sp4 showed a preference for all four types of baits, while the genus *Eufriesea* was exclusively attracted to eucalyptus. NMDS analysis found no relationship between abundance and environmental variables.

Keywords: artificial attractant – diversity analysis – Euglossini – orchid bees transect

RESUMEN

Las abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) son endémicas del neotrópico, en Colombia se registran 134 especies, se distinguen por ser atraídas por fragancias de distintas familias botánicas y por su importante papel en ecosistemas naturales, zonas en donde se han concentrado las investigaciones. Por ello que el presente trabajo busca evaluar la diversidad taxonómica de las abejas de las orquídeas y su relación a ciertos factores ambientales en dos áreas periurbanas (Parque de la Iguana y Mirador de la Virgen) de la ciudad de Yopal, Departamento de Casanare, Colombia. Se llevó a cabo dos tipos de muestreos: transectos (método de botella) y Zigzag, utilizando como atrayentes las fragancias de eucalipto, vainilla, eugenol y salicilato de metilo. Los ejemplares recolectados fueron transportados para su identificación taxonómica y resguardo en la colección entomológica. Se colectó un total de 280 individuos (4 géneros y 11 especies). Se estimó la diversidad de acuerdo con números de Hill siendo el Mirador de la Virgen 0.66 veces más diverso que el Parque La Iguana. Las especies *Eufriesea cf concava* (Friese, 1899); *Eufriesea* sp1; *Euglossa* sp4 y *Exaerete smaradigma* (Guérin-Méneville, 1844) solo se colectaron en el Mirador de la Virgen; sin embargo, en la relación de la abundancia en términos de sitio y método de muestreo no se encontró diferencias significativas según la prueba Kruskal-Wallis (p valor 0,46 y 0,26), en contraste con el cebo (p valor 0,01), en el cual se determinó un efecto grande (η^2_H 0,17) entre las diferencias del eucalipto y eugenol. Se observó la preferencia de la *Euglossa* sp 4. por los cuatro tipos de cebos y la exclusividad del género *Eufriesea* por el eucalipto. El análisis NMDS (Escalamiento multidimensional no métrico) no encontró relaciones entre la abundancia y las variables ambientales.

Palabras clave: abejas de orquídea – análisis de diversidad – atrayente artificial – Euglossini – transecto

INTRODUCCION

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 una 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 msnm (Perger, 2015). La tribu Euglossini incluye cinco géneros: *Aglae*, *Exaerete*, *Eufriesea*, *Eulaema* y *Euglossa*, con alrededor de 250 especies identificadas (Andrade-Silva *et al.*, 2012; 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 (Ramírez *et al.*, 2002). Euglossini incluye abejas solitarias, constituyendo el único grupo de abejas dentro de los ápidos corbiculados que carece de algún tipo de eusocialidad (Hinojosa-Díaz & 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 (Peña-Peña *et al.*, 2024).

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; Cane, 2005).

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 (Hinojosa-Díaz & Engel, 2007; Ayala & Engel, 2008; Hinojosa-Díaz & Engel, 2012), análisis de su distribución vertical (Santos-Murgas, 2014, Santos-Murgas *et al.*, 2016), exploración de su comportamiento depredador (Santos & Añino, 2016) y estudios que abordan aspectos ecológicos (Reyes *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-Gómez & Nates-Parra, 1992), y algunos aspectos vinculados a su ecología (Nates-Parra *et al.*, 2006; Parra & Nates-Parra, 2007). Adicionalmente se han realizado estudios sobre la estructura de las abejas euglosinas en bosques seco tropical y húmedo tropical (Valencia & Florencia, 2020) otros han evaluado los cambios en la riqueza y abundancia de abejas euglosinas durante temporadas seca y lluviosa (Pérez-Buitrago *et al.*, 2022). Pese a ello, poco se ha analizado la diversidad de abejas *Euglossini* en fragmentos urbanos (Nemésio & Silveira, 2007; Nemésio & Engel, 2012). En ese sentido, este estudio estimó la diversidad taxonómica de abejas de las orquídeas y su relación con algunos factores ambientales en áreas periurbanas de Yopal Casanare, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos zonas pertenecientes a la ciudad de Yopal en el Departamento de Casanare, Colombia; El parque la Iguana y el Mirador de la Virgen de Manare. El Parque La Iguana, es un lugar ecoturístico que bordea el río Cravo sur y se ubica al norte de la ciudad, tiene una altitud

media de 355 msnm, alrededor de 268 has de franjas de bosque nativo con senderos ecológicos que conducen al río, áreas de observación, puentes ecológicos, escenarios deportivos y alberga una gran variedad de flora y fauna (garzas, corocoras e iguanas) (Salamanca-Moreno, 2021).

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, tiene una altitud 585 msnm, allí se encuentra el monumento a Nuestra Señora de Manares (Patrona del Departamento), es utilizado para deportes, paseos, eventos religiosos y presenta diversidad en flora (Salamanca-Moreno, 2021).

1. Fase de Campo

El estudio se realizó en un periodo de cuatro meses (agosto a noviembre). Se utilizaron dos métodos de muestreo (trampas de botella y método zigzag) y se efectuaron ocho muestreos en total (uno por mes por zona de estudio).

Para la primera metodología trampas de botella (TB) se establecieron tres transectos lineales, cada transecto separado linealmente entre sí 50 metros; dentro de cada uno se colocaron tres trampas de botella distanciadas 100 metros. El primer transecto cebado con esencia de eucalipto (EC), seguido de un transecto control (sin cebo) y un tercer transecto cebado con esencia de vainilla (VN), para ello se utilizaron botellas plásticas descartables de 2,5 L, con un orificio de entrada (Vélez & Pulido-Barrios, 2005; Reyes-Ledezma *et al.*, 2020). Se tomaron árboles de referencia para colgar las trampas a una altura de 1,5 a 2,0 m, se empleó un total de nueve trampas por sitio. Las trampas se instalaban a las 6:00 am y se retiraban a las 17:00, dejándose por un total de 12 h diurnas por cada visita al sitio (Fig. 1).

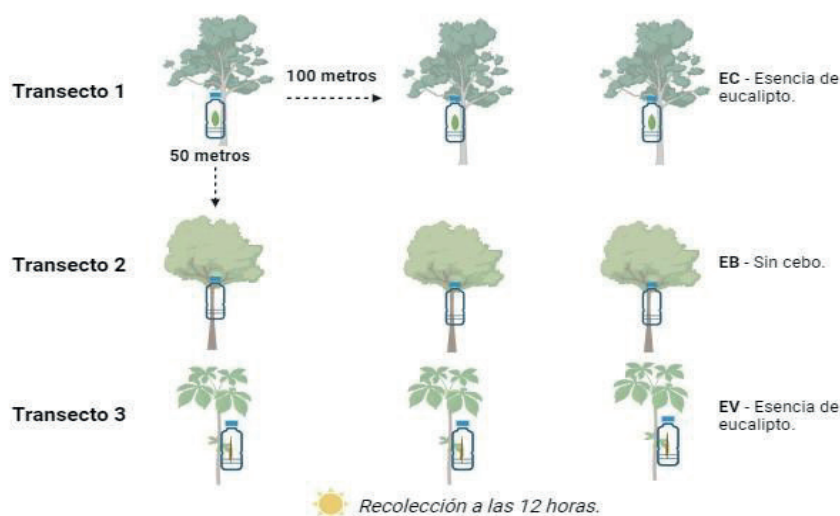


Figura 1. Método de muestreo: trampas de botella.

Para la segunda metodología, se distanció un km de los tres transectos; se estableció un sistema espacial, que consistía en un transecto de tres diagonales (en zigzag) de hilo pabilo, de extremo a extremo de cada árbol, los cuales contenían motas de algodón envueltos en gasas, cebados con tres esencias artificiales (esencia de eucalipto,

eugenol y salicilato de metilo), a una altura aproximada de 1,70 a 2 m del suelo, (Osorio & Santos, 2017; Santos & Añino, 2016; Santos *et al.*, 2018) (Fig. 2). Se realizó la captura manual (red entomológica) con una intensidad de dos horas en la mañana y dos horas en la tarde.

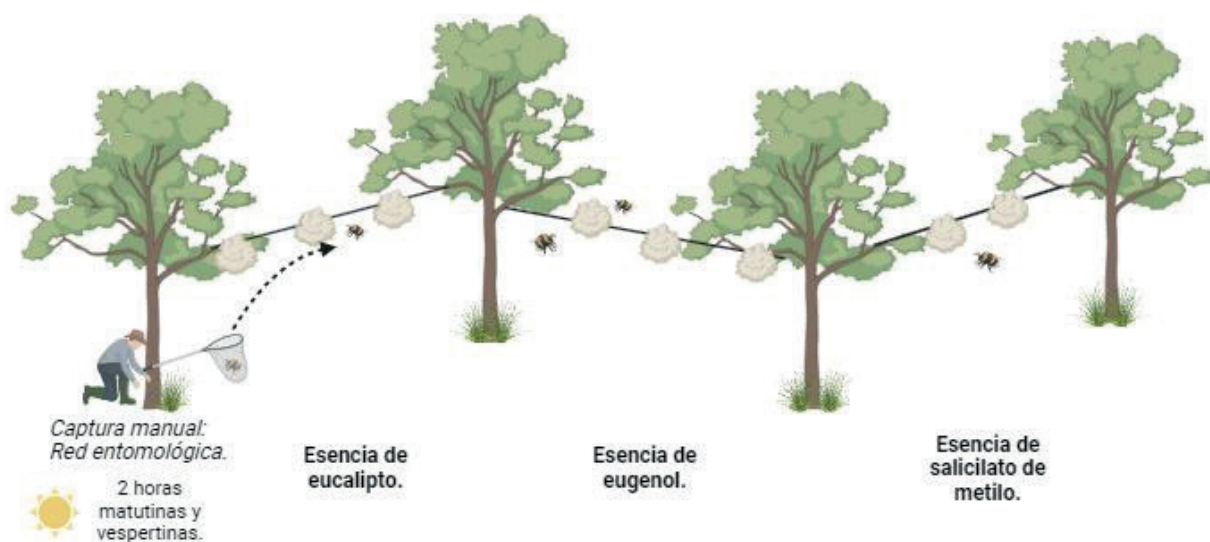


Figura 2. Método de muestreo: Zigzag.

La recolección de los ejemplares se realizó al finalizar el periodo establecido para cada trampa, los individuos se dispusieron en viales con alcohol etílico al 70% debidamente rotulados para su traslado al laboratorio.

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; las medidas fueron tomadas al inicio de la mañana en cada muestreo (Andrade-Silva *et al.*, 2012; Vilhena *et al.*, 2017; Santos-Murga *et al.*, 2018). También se registró el porcentaje del dosel de la cobertura vegetal, mediante la aplicación Canopeo, la cual cuantifica la cubierta vegetal a partir de fotografías; así mismo de los árboles donde se encontraban las trampas se registró el CAP (Circunferencia a la altura del pecho) y DAP (Diámetro a la altura del pecho) (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

2. 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

& Hanson, 2004) y la clave taxonómica propuesta por Bonilla-Gómez & Nates-Parra (1992). Los especímenes colectados se depositaron en Museo de Invertebrados G.B. Fairchild de la Universidad de Panamá, con el número de depósito MIUP-HY-AP-01-280.

En la etapa de organización y sistematización de datos se tabuló la información en una matriz de Excel, compilando el listado de las especies recolectadas junto con los niveles de abundancia correspondientes por cada sitio, así como las variables ambientales.

Para el análisis estadístico se utilizó el software R studio versión 4.3.1. Se realizaron curvas de completitud usando el método de rarefacción con el estimador de Chao *et al.* (2010). Se elaboraron perfiles de diversidad utilizando números equivalentes o números de Hill (Chao *et al.*, 2010), basados en órdenes de diversidad (Jost, 2007; Jost *et al.*, 2010).

Para examinar los patrones de distribución de la abundancia relativa se generaron curvas de rango de abundancia (Carmona & Carmona, 2013).

Para determinar la existencia de asociación entre la abundancia con los métodos de colecta, cebos y sitios se aplicó el test Kruskal Wallis con la determinación del tamaño del efecto de asociación mediante el Eta-squared del estadístico H (Tomczak & Tomczak, 2014) y comparaciones múltiples con el estadístico Wilcoxon con corrección de Bonferroni, para controlar el error Tipo I.

Para observar la relación en la composición de las comunidades de los puntos de muestreo en relación con los factores ambientales (cobertura vegetal, temperatura y humedad relativa), se aplicó un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (Alonso, 2022).

Aspectos éticos: Los autores nos regimos bajo el permiso de colecta científico.

RESULTADOS

Se colectó un total de 280 individuos correspondientes a 4 géneros y 11 especies, de las cuales, 216 individuos y 11 especies se colectaron en el Mirador de la Virgen y 64 individuos y 6 especies en el Parque La Iguana. El estimador de la cobertura muestral para cada sitio, determinó la completitud basada en rarefacción en el Parque La Iguana en un 99,99% y 99,54% en el Mirador de la Virgen; los perfiles de diversidad elaborados estiman que, de las 11 especies efectivas colectadas en el Mirador, 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,

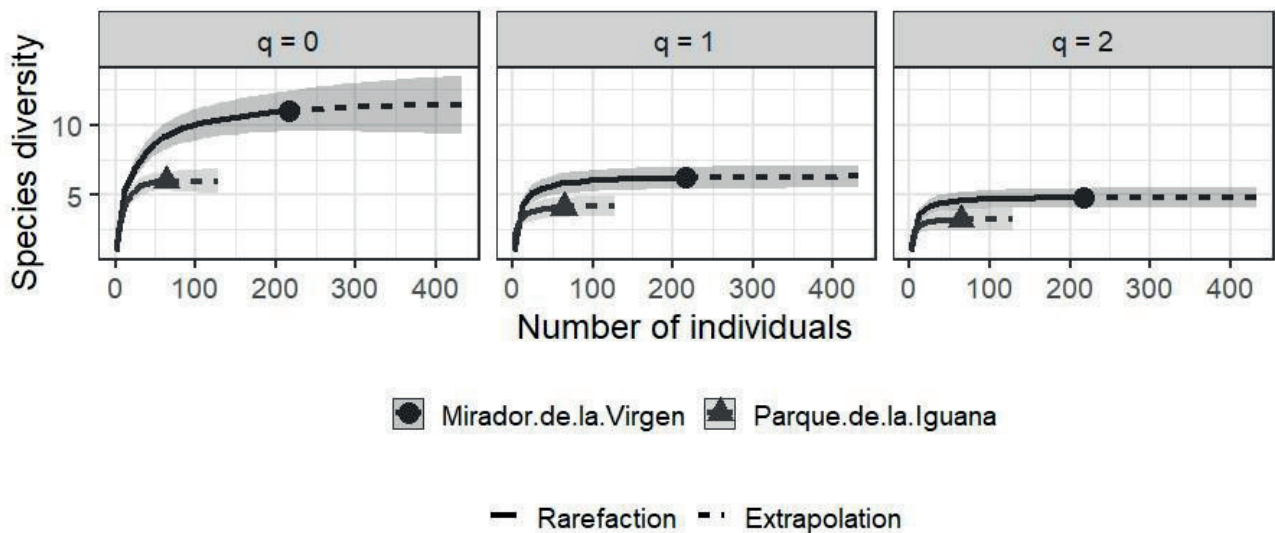


Figura 3. Perfiles de diversidad estimado por cada sitio de muestreo.

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 (Fig.3).

La curva de rango abundancia realizada (Fig. 4) permite observar la distribución de las especies con base en el número de registros. Pese a que en ambas zonas el género *Euglossa* domina, se observa una mayor representatividad de las especies colectadas en el Mirador de la Virgen, además, con base en las distancias de los registros de las especies, se observa una mayor homogeneidad de

las abundancias en el Mirador, ya que, en el parque la pendiente esta más pronunciada y las caídas están más marcadas por las especies raras, donde las morfoespecies *Euglossa* sp4, *Eufriesea cf. concava* (Friese, 1899) y *Eulaema* sp1 fueron las especies poco comunes en ambas zonas, teniendo el mismo comportamiento que las dominantes, es decir, están mejor representadas en el mirador de la Virgen.

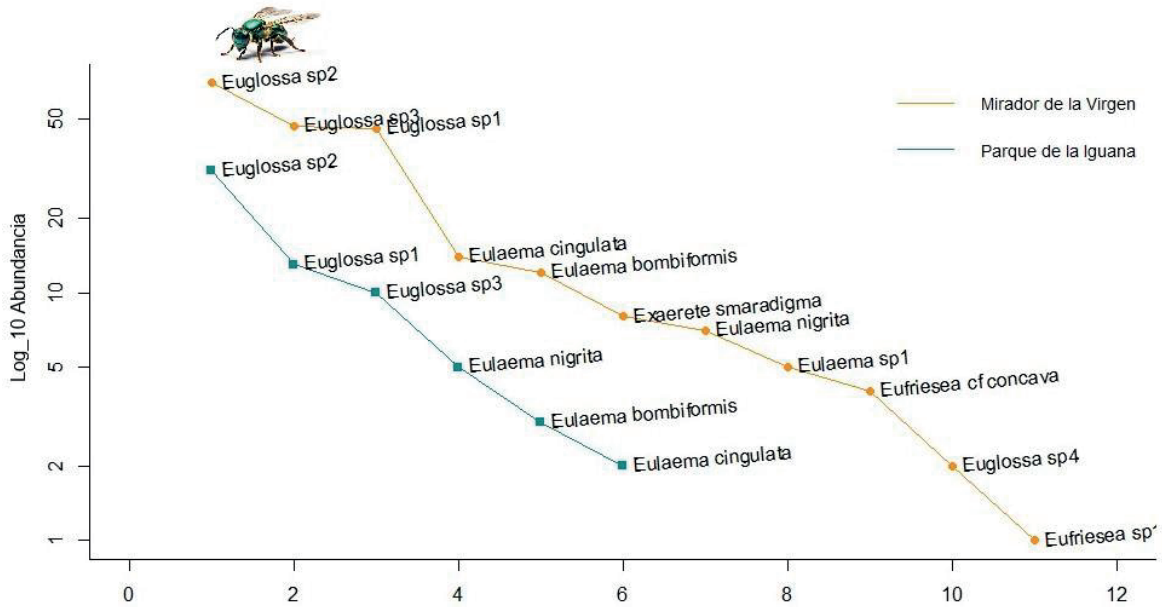


Figura 4. Curva de rango y abundancia por cada sitio de muestreo.

Se aplicó un análisis de normalidad Shapiro-Wilk el cual obtuvo un *p* valor de 1,749e-12, rechazando la hipótesis nula de normalidad, por lo tanto, se usaron pruebas no paramétricas.

Con base en la abundancia registrada para cada zona y para cada método, se aplicó la prueba Kruskal Wallis, obteniéndose un *p* valor de 0,46 y 0,26 respectivamente, lo que indica que no existen diferencias significativas en

la abundancia entre ambas zonas y métodos, en la fig. 5 se observa una distribución sesgada a la derecha o asimetría positiva en el Mirador de la Virgen y el método transecto (trampas de botella), esto quiere decir que hay mas valores por encima de la mediana, la longitud del bigote indica una concentración de datos atípicos en los valores más altos de abundancia para ambos sitios y métodos de muestreo.

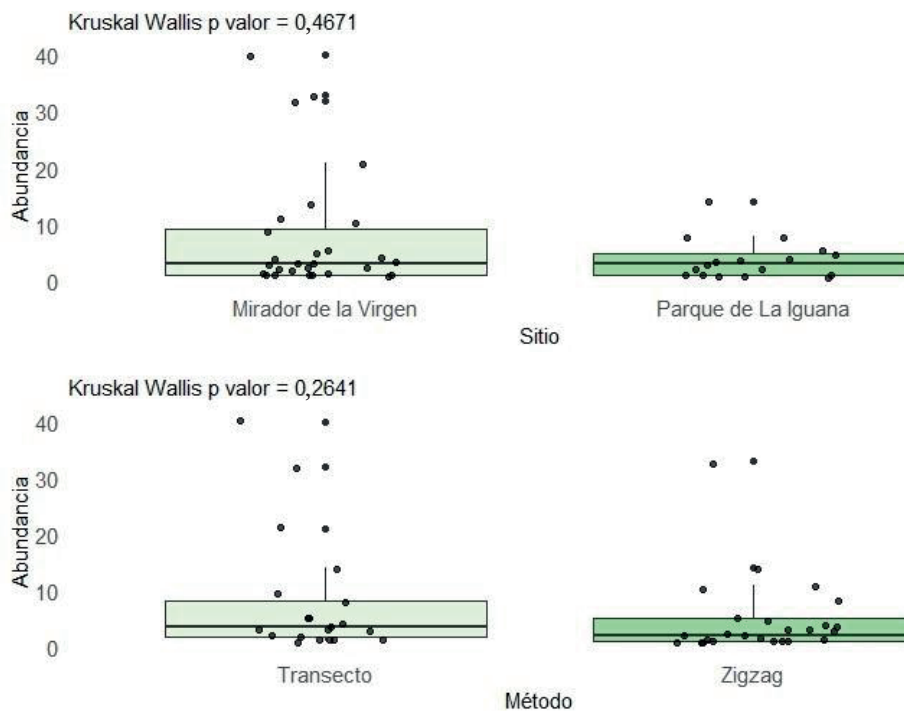


Figura 5. Diagramas de cajas para la abundancia registrada en cada sitio y tipo de método de muestreo.

En términos de cebos o atrayentes, el estadístico Kruskal Wallis con un *p* valor 0.01 indica que existe diferencia significativa en la abundancia con respecto a los cuatro tipos de cebos utilizados, el tamaño del efecto de la diferencia se determinó como “efecto grande” por medio

del método eta squared del estadístico H, se realizaron comparaciones múltiples de Mann–Whitney–Wilcoxon con corrección de Bonferroni, para controlar el error tipo I, obteniendo diferencias significativas entre los cebos: eucalipto y eugenol (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del test de Wilcoxon con corrección de Bonferroni para los tipos de cebo.

Grupo1	Grupo2	N1	N2	Estadístico	P	Pajustado	Signif.P
Eucalipto	Eugenol	28	10	225,5	0,004	0,02	*
Eucalipto	Salicilato de metilo	28	4	56,0	1,00	1,00	ns
Eucalipto	Vainilla	28	3	42,0	1,00	1,00	ns
Eugenol	Salicilato de metilo	10	4	4,5	0,01	0,11	ns
Eugenol	Vainilla	10	3	2,5	0,02	0,12	ns
Salicilato de metilo	Vainilla	4	3	6.0	1,00	1,00	ns

Tomando lo anterior en cuenta se puede observar en la fig. 6 que el eucalipto concentra la mayor cantidad de registros con los valores de abundancia más altos, no obstante, la mediana del salicilato de metilo no dista considerablemente del eucalipto y presenta una asimetría

positiva, el eugenol por otra parte es el cebo con menor rendimiento presentando la mediana más baja, en este mismo sentido, la atrayente vainilla presenta el menor número de registros en comparación a los demás atrayentes.

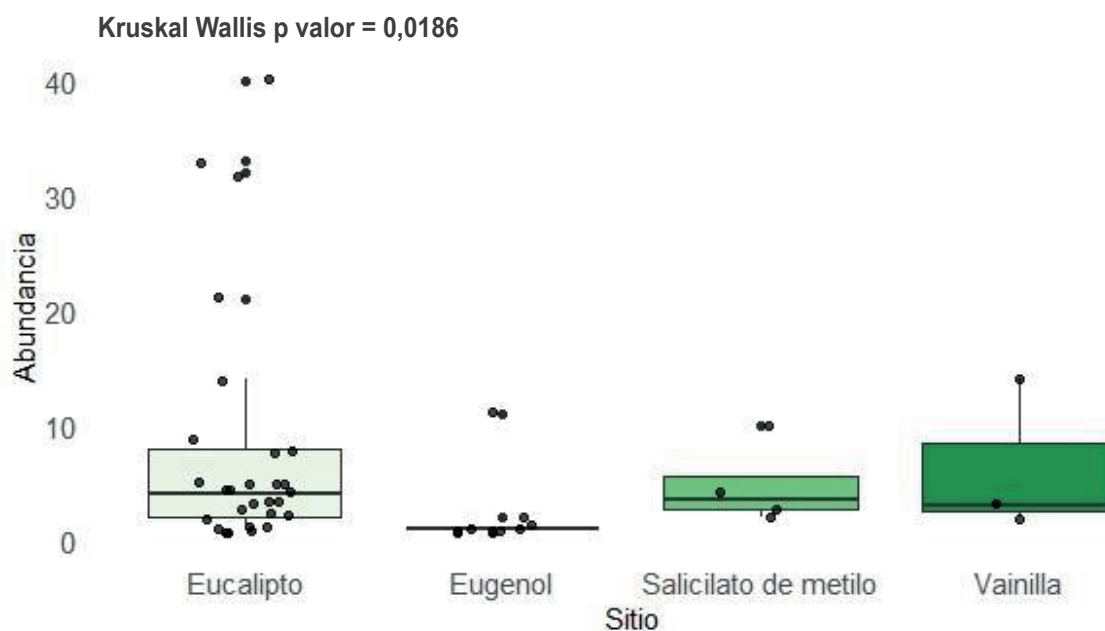


Figura 6. Diagramas de caja para la abundancia registrada en cada atrayente.

Se calculó la media de la abundancia de cada especie por cada tipo de cebo para identificar la preferencia de

las especies por cebo, se incluyen en la tabla 2 las más representativas.

Tabla 2. Relación del tipo de cebo con especie.

Cebo	Especie	Abundancia
Eucalipto	<i>Euglossa</i> sp2	19,5
Eugenol	<i>Eulaema bombiformis</i>	11,0
Salicilato de metilo	<i>Euglossa</i> sp1	10,0
Vainilla	<i>Euglossa</i> sp2	8,5

En la fig. 8 se puede observar la preferencia del género *Eufriesea* por el eucalipto, de *Euglossa* sp2 y *Euglossa* sp3 por la vainilla. Se destaca que *Euglossa* sp2 fue atraída por

los 4 cebos, infiriendo que esta especie puede aprovechar múltiples recursos con base en su esencia.

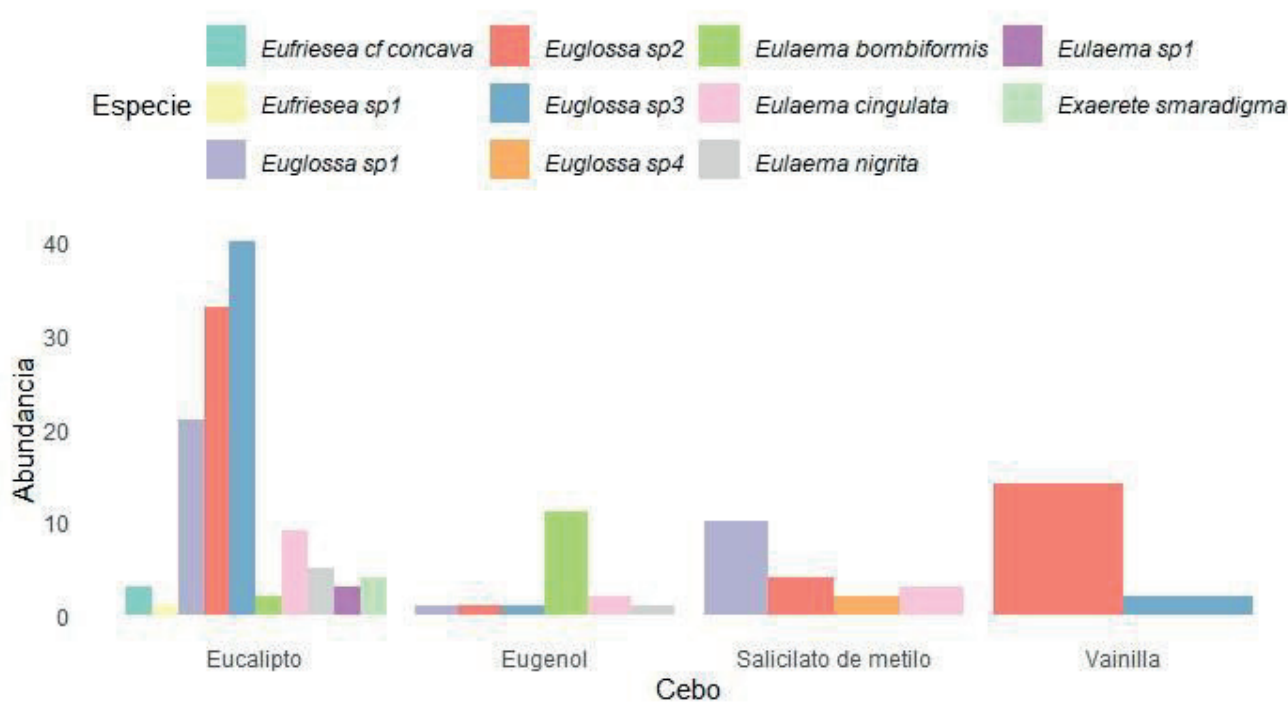


Figura 8. Preferencia de las especies por el tipo de cebo.

El NMDS (Escalamiento multidimensional no métrico) laborado (Fig. 9) muestra que la especie *Eulaema bombiformis* (Packard, 1869) se relaciona al parque La Iguana, *Eulaema cingulata* (Fabricius, 1804) al Mirador de la Virgen en lo que a especies compartidas respecta; en términos de especies únicas, *Eufriesea cf concava* (Friese, 1899); *Eufriesea* sp1; *Euglossa* sp4 y *Exaerete smaradigma* (Guérin-Méneville, 1844) 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.

ambientales como pluviosidad, presión atmosférica, temporada de sequía / lluvia, eventos antrópicos (contaminación, quema, tala).

Se determinó que el Mirador de la Virgen es más diverso que el Parque la Iguana. Se corrobora la necesidad de utilizar distintos cebos y métodos de muestreo con el fin de asegurar una colecta con mayor riqueza y abundancia de individuos. Si bien en el presente estudio no se encontró una relación significativa entre las variables ambientales medidas y la ordenación de las especies, se sugiere investigar otros factores ecológicos que puedan influir en la comunidad de abejas.

Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

RMCH = Rafael Mauricio Cobos-Hernández

ASM = Alonso Santos-Murgas

DAC = Diego Armando-Carrero

IFV = Ingrid Flórez-Villamizar

Conceptualization: ASM, DAC

Data curation: RMCH

Formal Analysis: RMCH, IFV

Funding acquisition: RMCH, ASM, DAC, IFV

Investigation: ASM, RMCH, DAC

Methodology: ASM, RMCH

Project administration: RMCH

Resources: RMCH, ASM, DAC, IFV

Software: RMCH, IFV

Supervision: RMCH, ASM

Validation: ASM

Visualization: RMCH, ASM

Writing – original draft: RMCH

Writing – review & editing: RMCH, ASM

Agradecimientos

Agradecemos a los autores que participaron en el financiamiento del proyecto, así mismo a los entes encargados de otorgar los permisos de colecta y el acompañamiento durante las salidas de campo. Al personal del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá, por la gestión y depósitos de los

especímenes en la colección Nacional de Referencias. Al proyecto de Subsidio económico SENACYT DDDCCT No. 004-2023.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, A. (2022). *Análisis de comunidades: ANOSIM y NMDS*. Rpubs. <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
- Añino, Y., Parra-H, A., & Gálvez, D. (2019). Are orchid bees (Apidae: Euglossini) good indicators of the state of conservation of neotropical forests. *Sociobiology*, 66, 194-197.
- Ayala, R., & Engel, M. S. (2008). A new species of *Eufriesea* from Jalisco, México, with a key to Mexican species of the genus (Hymenoptera: Apidae). *Beitrage zur Entomologie = Contributions to Entomology*, 58, 227-237.
- Bonilla-Gómez, M. A., & Nates-Parra, G. (1992). Abejas englosinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. *Caldasia*, 17, 149-172.
- Cane, J. H. (2001). Habitat fragmentation and native bees: A premature verdict. *Conservation Ecology*, 5, 3.
- Cane, J. H. (2005). *Bees, pollination, and the challenges of sprawl*. In R. E. Johnson & Heider, K.W. (Eds.), *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.
- Chao, A., Chiu, C. H., & Jost, L. (2010). Phylogenetic diversity measures based on Hill numbers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1558), 3599-3609.
- Chilito-Rodríguez, E. P., Bañol, E. R. H., Valencia, A. V., & Olarte, M. J. P. (2021). Abejas Euglossinas (Apidae: Euglossini): Un enfoque de conservación e importancia ecológica. *Brazilian Journal of*

- Animal and Environmental Research*, 4, 6224-6245.
- Engel, M. S. (1999). The first fossil Euglossa and phylogeny of orchid bees (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *American Museum Novitates*, 3272, 1-14.
- Ferrari, R. R., Nemésio, A., & 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.
- Hinojosa-Díaz, I. A., & Engel, M. S. (2007). Two new orchid bees of the subgenus *Euglossella* from Peru (Hymenoptera: Apidae). *Beitrage zur Entomologie = Contributions to Entomology*, 57, 93-104.
- Hinojosa-Díaz, I. A., & Engel, M. S. (2012). A checklist of the orchid bees of Nicaragua (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 85, 135-144.
- Jost, L. (2007). Partición de la diversidad en componentes alfa y beta independientes. *Ecology*, 88, 2427-2439.
- Jost, L., DeVries, P., Walla, T., Greeney, H., Chao, A., & Ricotta, C. (2010). Partición de la diversidad para análisis de conservación. *Diversity and Distributions*, 16, 65-76.
- Koo-Chong, S., & Santos, M. A. (2015). Diversidad y abundancia de las abejas de las orquídeas en los bosques nubosos del Parque Nacional Chagres, Panamá, República de Panamá. *Centros*, 4, 168-187.
- Lozano-Rodríguez, M.Á., Luna-Rodríguez, M., Pech-Canché, J. M., Menchaca-García, R. A., & Cerdán-Cabrera, C. R. (2022). Frecuencia de visita de Euglosinos (Hymenoptera: Apidae) a frutos maduros de *Vanilla planifolia* (Orchidaceae). *Acta Botanica Mexicana*, 129, e2001.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal* (Vol. 87). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS).
- Nates-Parra, G., Parra, A., Rodríguez, Á., Baquero, P., & Vélez, D. (2006). Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología*, 32, 77-84.
- Nemésio, A., & Silveira, F. A. (2007). Diversity and distribution of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) with a revised checklist of species. *Neotropical Entomology*, 36, 874-888.
- Nemésio, A., & Engel, M. S. (2012). Three new cryptic species of *Euglossa* from Brazil (Hymenoptera, Apidae). *ZooKeys*, 222, 47-68.
- Osorio, A. M., & Santos, M. 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 (Panamá)*, 28, 61-71.
- Parra, A., & 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, 931-941.
- Parra, A., Otero, J. T., Sandino, J. C., & 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, pp. 141-155. Universidad Nacional de Colombia.
- Peña-Peña, E., López-Pérez, Y., Quezada-Euan, J. J. G., Martínez-Carralero, M., & Peña Peña, S. (2024). Interacción entre abejas de las orquídeas *Euglossa* sp. (Hymenoptera: Apidae) y Albahaca (*Ocimum basilicum*, L.) en un área agroecológica de Mérida, Yucatán. *Revista Digital de Medio Ambiente "Ojeando la Agenda"*, 89, 1.
- Pérez-Buitrago, N., Mojica-Candela, L. J., & Agudelo-Martínez, J. C. (2022). Variación estacional de abejas euglosinas (Apidae: Euglossini) en el norte de la Orinoquia colombiana. *Revista de la academia colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46, 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.
- 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, 7-118.

- Ramírez, V. M., Calvillo, L. M., & Kevan, P. G. (2012). *Effects of human disturbance and habitat fragmentation on stingless bees*. In P. Vit, Pedro, S.R.M., & Roubik, D.W. (Eds.), *Pot-honey: A legacy of stingless bees* (pp. 269-282). Springer New York.
- Reyes-Ledezma, K. Y., Santos-Murgas, A., González, P., Gómez, I. 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*, 205-225.
- Reyes, E., Meléndez, R. V., Delfín, H., & Ayala, R. (2009). Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *10*, 1-10.
- Roubik, D. W., & Hanson, P. E. (2004). *Abejas de orquídeas de la América tropical: Biología y guía de campo*. Editorial INBio.
- Salamanca-Moreno, A. (2021). *Corazón Llanero Parque Lineal Integrado Al Turismo en Casanare*. [Tesis de pregrado Arquitectura]. Universidad Santo Tomás, Tunja.
- Santos, M. A., & 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*, 39-52.
- Santos-Murgas, A. (2014). Monitoreo de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en el Parque Nacional Natural Darién, República de Panamá. *Centros*, *3*, 121-142.
- Santos-Murga, A., Abrego, J. C., López, 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*, 59-69.
- Santos-Murgas, A., Añino, Y., Abrego, J. C., & López, O. (2016). Notas sobre depredación de *Apiomerus birtipes* (Hemiptera: Reduviidae) sobre abejas de la orquídea (Apidae: Euglossinae). *Centros*, *5*, 46-52.
- Somejima, H., Maruyama, M., Nagamitsu, T., & Nakashizuka, T. (2004). The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biological Conservation*, *120*, 577-587.
- Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, *1*, 19-25.
- Valencia, J. F. A., & Florencia, C. (2020). Diversidad de abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) en el vaso del embalse del proyecto hidroeléctrico "Hidroituango", Antioquia Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, *46*, 1-10.
- Vélez, D., & Pulido-Barrios, H. (2005). Observaciones sobre la estratificación vertical de abejas Euglossinas (Apidae: Euglossini) en un bosque ripario de la Orinoquía colombiana. *Caldasia*, *27*, 267-270.
- Veiga, S. N., & Barbosa, G. R. (2015). Is the capture success of orchid bees (Hymenoptera, Apoidea) influenced by different baited trap designs? A case study from southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, *59*, 32-36.
- Vilhena, P. S., Rocha, L. I., & Garófalo, C. A. (2017). Male orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in canopy and under-story of Amazon Várzea Floodplain Forest. I. *Microclimatic, Seasonal and Faunal Aspects. Sociobiology*, *64*, 191-201.

Received June 2, 2024.

Accepted August 6, 2024.