

1 Biotempo, 2024, vol. 21 (2), XX-XX.

2 DOI: <https://doi.org/10.31381/biotempo.v21i2.6772>

3 Este artículo es publicado por la revista Biotempo de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Este es  
4 un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)  
5 [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la  
6 obra original sea debidamente citada de su fuente original.



8 ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

9  
10 TAXONOMIC DIVERSITY OF ORCHID BEES (APIDAE: EUGLOSSINI) AND ITS  
11 RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENTAL FACTORS IN PERIURBAN AREAS OF  
12 YOPAL, CASANARE, COLOMBIA

13  
14 DIVERSIDAD TAXONÓMICA DE ABEJAS DE LAS ORQUÍDEAS (APIDAE:  
15 *EUGLOSSINI*) Y SU RELACIÓN CON FACTORES AMBIENTALES EN ÁREAS  
16 PERIURBANAS DE YOPAL, CASANARE, COLOMBIA

17  
18 María Fernanda Rosado- Martínez<sup>1</sup>; Alonso Santos-Murgas<sup>2,3\*</sup>; Rafael Mauricio Cobos-  
19 Hernández<sup>4</sup>; Diego Armando Carrero<sup>5</sup> & Ingrid Berenice Flórez-Villamizar<sup>6</sup>.

20  
21  
22  
23  
24 <sup>1,4,5</sup>Departamento de Biología, Universidad de Pamplona, Laboratorio de entomología,  
25 Grupo de investigación en Ecología y Biogeografía - GIEB, Pamplona, Colombia.

26 <sup>2</sup>Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Museo de  
27 Invertebrados G. B: Fairchild, Departamento de Zoología, Ciudad de Panamá, Panamá.

28 <sup>3</sup>Estación Científica Coiba AIP, Ciudad del Saber, Panamá.


29 <sup>6</sup>Fundación Universitaria Los Libertadores, Ciudad de Bogotá, Colombia

30  
31 \*Corresponding author: [santosmurgasa@gmail.com](mailto:santosmurgasa@gmail.com)

32  
33 Running Head: Taxonomic diversity of orchid bees (Apidae: Euglossini)

34  
35 Rosado-Martínez *et al.*

36  
37 María Fernanda Rosado-Martínez:  <https://orcid.org/0009-0002-9340-4401>

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

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

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

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

42 **ABSTRACT**

43 Orchid bees (Apidae: Euglossini) are endemic to the Neotropics, with 134 species recorded  
44 in Colombia. These bees are distinguished by being attracted to fragrances from various  
45 botanical families and play an important role in natural ecosystems. Research has primarily  
46 focused on these natural areas, which is why this study aims to evaluate the taxonomic  
47 diversity of orchid bees and their relationship to certain environmental factors in two peri-  
48 urban areas (Parque de la Iguana and Mirador de la Virgen) in the city of Yopal, Casanare  
49 Department, Colombia. Two types of sampling were conducted: transects (bottle method)  
50 and Zigzag, using eucalyptus, vanilla, eugenol, and methyl salicylate fragrances as  
51 attractants. The collected specimens were transported for taxonomic identification and  
52 preservation in the entomological collection. A total of 280 individuals (4 genera and 11  
53 species) were collected. Diversity was estimated using Hill numbers, with Mirador de la  
54 Virgen being 0.66 times more diverse than Parque La Iguana. The species *Eufriesea* cf  
55 *concava* (Friese, 1899); *Eufriesea* sp1; *Euglossa* sp4 and *Exaerete smaradigma* (Guérin-  
56 Méneville, 1844) were only collected in Mirador de la Virgen. However, in terms of site  
57 and sampling method abundance, no significant differences were found according to the  
58 Kruskal-Wallis test (p-value 0.46 and 0.26). In contrast, there was a significant effect of the  
59 bait type (p-value 0.01), with a large effect size ( $\eta^2$  0.17) observed between eucalyptus  
60 and eugenol differences. *Euglossa* sp4 showed a preference for all four types of baits, while  
61 the genus *Eufriesea* was exclusively attracted to eucalyptus. NMDS analysis found no  
62 relationship between abundance and environmental variables.

63 **Keywords:** artificial attractant – diversity analysis – Euglossini – orchid bees transect.

64

65 **RESUMEN**

66 Las abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) son endémicas del neotrópico, en  
67 Colombia se registran 134 especies, se distinguen por ser atraídos por fragancias de  
68 distintas familias botánicas y por su importante papel en ecosistemas naturales, zonas en  
69 donde se han concentrado las investigaciones. Por ello que el presente trabajo busca evaluar  
70 la diversidad taxonómica de las abejas de las orquídeas y su relación a ciertos factores  
71 ambientales en dos áreas periurbanas (Parque de la Iguana y Mirador de la Virgen) de la  
72 ciudad de Yopal, Departamento de Casanare, Colombia. Se llevó a cabo dos tipos de

73 muestreos: transectos (método de botella) y Zigzag, utilizando como atrayentes las  
74 fragancias de eucalipto, vainilla, eugenol y salicilato de metilo. Los ejemplares recolectados  
75 fueron transportados para su identificación taxonómica y resguardo en la colección  
76 entomológica. Se colectó un total de 280 individuos (4 géneros y 11 especies). Se estimó la  
77 diversidad de acuerdo con números de Hill siendo el Mirador de la Virgen 0.66 veces más  
78 diverso que el Parque La iguana. Las especies *Eufriesea* cf *concava* (Friese, 1899);  
79 *Eufriesea* sp1; *Euglossa* sp4 y *Exaerete smaradigma* (Guérin-Méneville, 1844) solo se  
80 colectaron en el Mirador de la Virgen; sin embargo, en la relación de la abundancia en  
81 términos de sitio y método de muestreo no se encontró diferencias significativas según la  
82 prueba Kruskal-Wallis ( $p$  valor 0,46 y 0,26), en contraste con el cebo ( $p$  valor 0,01), en el  
83 cual se determinó un efecto grande ( $\eta^2_H$  0,17) entre las diferencias del eucalipto y  
84 eugenol. Se observó la preferencia de la *Euglossa* sp 4. por los cuatro tipos de cebos y la  
85 exclusividad del género *Eufriesea* por el eucalipto. El análisis NMDS (Escalamiento  
86 multidimensional no métrico) no encontró relaciones entre la abundancia y las variables  
87 ambientales.

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

## 91 INTRODUCCION

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

97  
98 Estas abejas son endémicas del Neotrópico y abarcan una amplia gama altitudinal que se  
99 extiende desde el nivel del mar hasta los 2.900 msnm (Perger, 2015). La tribu Euglossini  
100 incluye cinco géneros: *Aglae*, *Exaerete*, *Eufriesea*, *Eulaema* y *Euglossa*, con alrededor de  
101 250 especies identificadas (Andrade-Silva *et al.*, 2012; Ferrari *et al.*, 2017). En el caso  
102 específico de Colombia, se ha registrado la presencia de 134 de estas especies (Parra *et al.*,  
103 2016).

104

105 Los machos de las abejas de la tribu Euglossini son atraídas por las fragancias de las flores  
106 de Orchidaceae y otras familias botánicas, tales como Apocynaceae, Araceae,  
107 Euphorbiaceae, Rubiaceae, Zingiberaceae, entre otras (Ramírez *et al.*, 2002). Euglossini  
108 incluye abejas solitarias, constituyendo el único grupo de abejas dentro de los ápidos  
109 corbiculados que carece de algún tipo de eusocialidad (Hinojosa-Díaz & Engel, 2012), En  
110 algunas situaciones, estas abejas establecen sus nidos de manera comunal en diversas  
111 cavidades, aprovechando tanto nidos abandonados de otras abejas como una variedad de  
112 sitios que les resulten propicios (Peña-Peña, *et al.*, 2024).

113

114 Las abejas de las orquídeas desempeñan un papel significativo en los ecosistemas naturales  
115 y son altamente susceptibles a las alteraciones ambientales, supervisar cómo reaccionan las  
116 poblaciones de abejas frente a la urbanización puede contribuir a la identificación de los  
117 factores fundamentales que influyen en la evolución de las comunidades de abejas, un  
118 conjunto de relaciones que aún no se comprenden completamente (Cane, 2001; Somejima  
119 *et al.*, 2004; Cane, 2005).

120 En la región Neotropical, se han llevado a cabo investigaciones en diversas áreas de estudio  
121 relacionadas con este grupo de ápidos, como se documenta en las siguientes  
122 investigaciones: estudios de taxonomía (Hinojosa-Díaz & Engel, 2007; Ayala & Engel,  
123 2008; Hinojosa-Díaz & Engel, 2011), análisis de su distribución vertical (Santos-Murgas,  
124 2014, Santos-Murgas *et al.*, 2016), exploración de su comportamiento depredador (Santos  
125 & Añino, 2016) y estudios que abordan aspectos ecológicos (Reyes *et al.*, 2009; Añino *et*  
126 *al.*, 2019).

127

128 En Colombia, también se han realizado investigaciones en relación con este conjunto de  
129 abejas, abordando aspectos como su clasificación taxonómica (Bonilla-Gómez & Nates-  
130 Parra, 1992), y algunos aspectos vinculados a su ecología (Nates-Parra *et al.*, 2006; Parra &  
131 Nates-Parra, 2007). Adicionalmente se han realizado estudios sobre la estructura de las  
132 abejas euglosinas en bosques seco tropical y húmedo tropical (Valencia & Florencia, 2020)  
133 otros han evaluado los cambios en la riqueza y abundancia de abejas euglosinas durante  
134 temporadas seca y lluviosa (Pérez-Buitrago *et al.*, 2022). Pese a ello, poco se ha analizado

135 la diversidad de abejas *Euglossini* en fragmentos urbanos (Nemésio & Silveira, 2007;  
136 Nemésio & Engel, 2012). En ese sentido, este estudio estimo la diversidad taxonómica de  
137 abejas de las orquídeas y su relación con algunos factores ambientales en áreas periurbanas  
138 de Yopal Casanare, Colombia.

139

## 140 **MATERIALES Y MÉTODOS**

141

142 El estudio se realizó en dos zonas pertenecientes a la ciudad de Yopal en el Departamento  
143 de Casanare, Colombia; El parque la Iguana y el Mirador de la Virgen de Manare. El  
144 Parque La Iguana, es un lugar ecoturístico que bordea el río Cravo sur y se ubica al norte de  
145 la ciudad, tiene una altitud media de 355 msnm, alrededor de 268 has de franjas de bosque  
146 nativo con senderos ecológicos que conducen al río, áreas de observación, puentes  
147 ecológicos, escenarios deportivos y alberga una gran variedad de flora y fauna (garzas,  
148 corocoras e iguanas) (Salamanca-Moreno, 2021).

149

150 El mirador de la Virgen de Manare se encuentra ubicado en el cerro de Yopal, Cuartel El  
151 Venado a 2,3 km de la capital del departamento, tiene una altitud 585 msnm, allí se  
152 encuentra el monumento a Nuestra Señora de Manares (Patrona del Departamento), es  
153 utilizado para deportes, paseos, eventos religiosos y presenta diversidad en flora  
154 (Salamanca-Moreno, 2021).

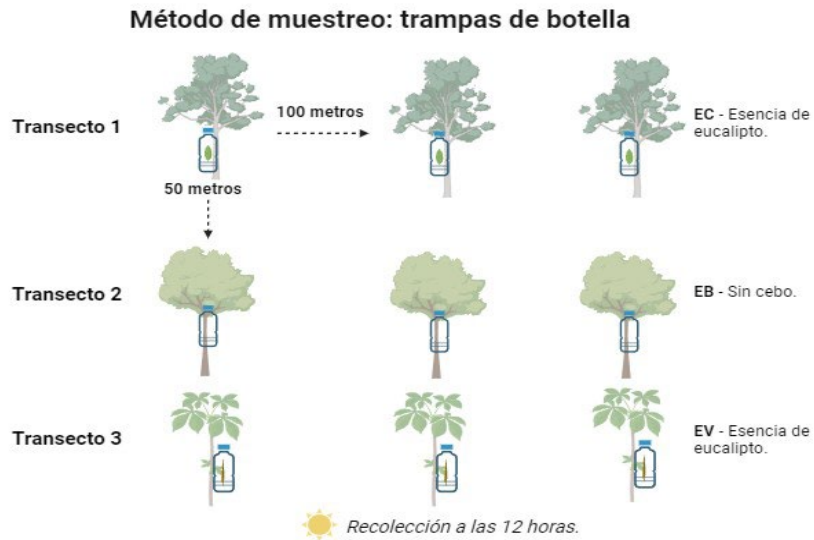
155

### 156 1. Fase de Campo

157 El estudio se realizó en un periodo de cuatro meses (agosto a noviembre). Se utilizaron dos  
158 métodos de muestreo (trampas de botella y método zigzag) y se efectuaron 8 muestreos en  
159 total (uno por mes por zona de estudio).

160 Para la primera metodología trampas de botella (TB) se establecieron tres transectos  
161 lineales, cada transecto separado linealmente entre sí 50 metros; dentro de cada uno se  
162 colocaron tres trampas de botella distanciadas 100 metros. El primer transecto cebado con  
163 esencia de eucalipto (EC), seguido de un transecto control (sin cebo) y un tercer transecto  
164 cebado con esencia de vainilla (VN), para ello se utilizaron botellas plásticas descartables  
165 de 2,5 L, con un orificio de entrada (Vélez & Pulido-Barrios, 2005; Reyes-Ledezma *et al.*,

166 2020). Se tomaron árboles de referencia para colgar las trampas a una altura de 1,5 a 2,0 m,  
 167 se empleó un total de 9 trampas por sitio. Las trampas se instalaban a las 6:00 am y se  
 168 retiraban a las 17:00, dejándose por un total de 12 h diurnas por cada visita al sitio (Fig. 1).



169

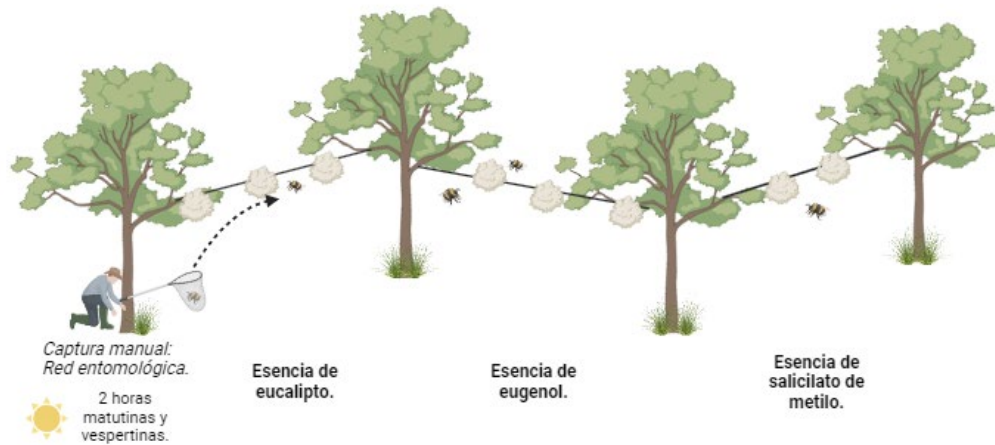
170

**Figura 1.** Método de muestreo: trampas de botella.

171

172 Para la segunda metodología, se distanció un km de los tres transectos; se estableció un  
 173 sistema espacial, que consistía en un transecto de tres diagonales (en zigzag) de hilo pabilo,  
 174 de extremo a extremo de cada árbol, los cuales contenían motas de algodón envueltos en  
 175 gasas, cebados con tres esencias artificiales (esencia de eucalipto, eugenol y salicilato de  
 176 metilo), a una altura aproximada de 1,70 a 2 m del suelo, (Osorio & Santos, 2017; Santos &  
 177 Añino, 2016; Santos *et al.*, 2018) (Fig. 2). Se realizó la captura manual (red entomológica)  
 178 con una intensidad de dos horas en la mañana y dos horas en la tarde.

### Método de muestreo: Zig - Zag



**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; Santos-Murga *et al.*, 2018; Vilhena *et al.*, 2017). 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-

200 Parra (1992). Los especímenes colectados se depositaron en Museo de Invertebrados G.B.  
201 Fairchild de la Universidad de Panamá, con el número de depósito MIUP-HY-AP-01-280.

202

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

206

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

211

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

214

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

220

221 Para observar la relación en la composición de las comunidades de los puntos de muestreo  
222 en relación con los factores ambientales (cobertura vegetal, temperatura y humedad  
223 relativa), se aplicó un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (Alonso,  
224 2022).

225

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

227

228 **RESULTADOS**

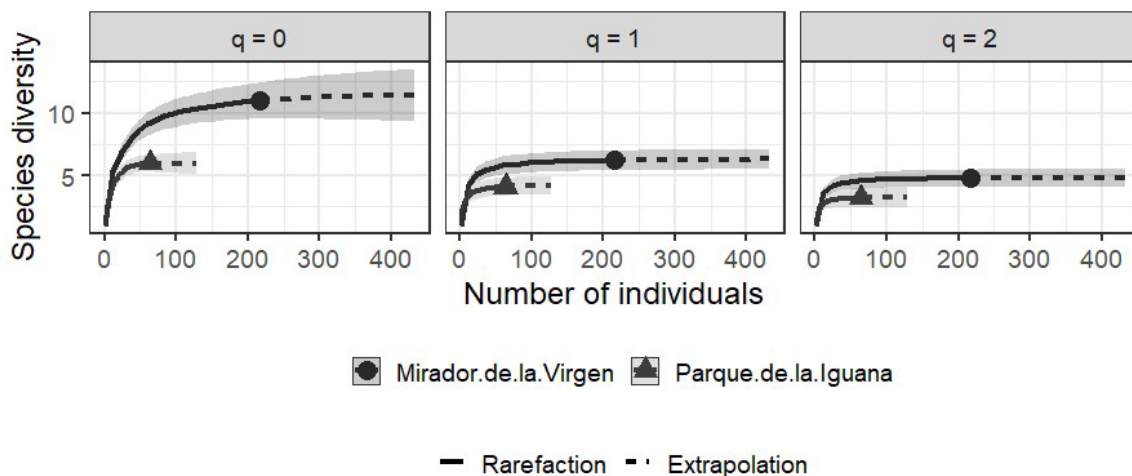
229



230 Se colectó un total de 280 individuos correspondientes a 4 géneros y 11 especies, de las  
 231 cuales, 216 individuos y 11 especies se colectaron en el Mirador de la Virgen y 64  
 232 individuos y 6 especies en el Parque La Iguana. El estimador de la cobertura muestral para  
 233 cada sitio, determinó la completitud basada en rarefacción en el Parque La Iguana en un  
 234 99,99% y 99,54% en el Mirador de la Virgen; los perfiles de diversidad elaborados estiman  
 235 que, de las 11 especies efectivas colectadas en el Mirador, seis especies efectivas son  
 236 abundantes y cinco de ellas se consideran dominantes, por otra parte, en el parque La  
 237 Iguana de las seis especies efectivas registradas, cuatro son abundantes y tres de ella  
 238 dominan.

239

240 Dado que la diversidad de orden cero ( $q=0$ ) no tiene en cuenta las abundancias de las  
 241 especies y la diversidad de orden dos ( $q=2$ ) no contempla los singletons y doubletons, es  
 242 decir, descarta las especies raras, se relacionó la diversidad de orden uno ( $q=1$ ) o diversidad  
 243 típica, de esta manera, se expresa que el Mirador de la Virgen es 0,66 veces más diverso  
 244 que el parque La iguana (Fig.3).



245

246

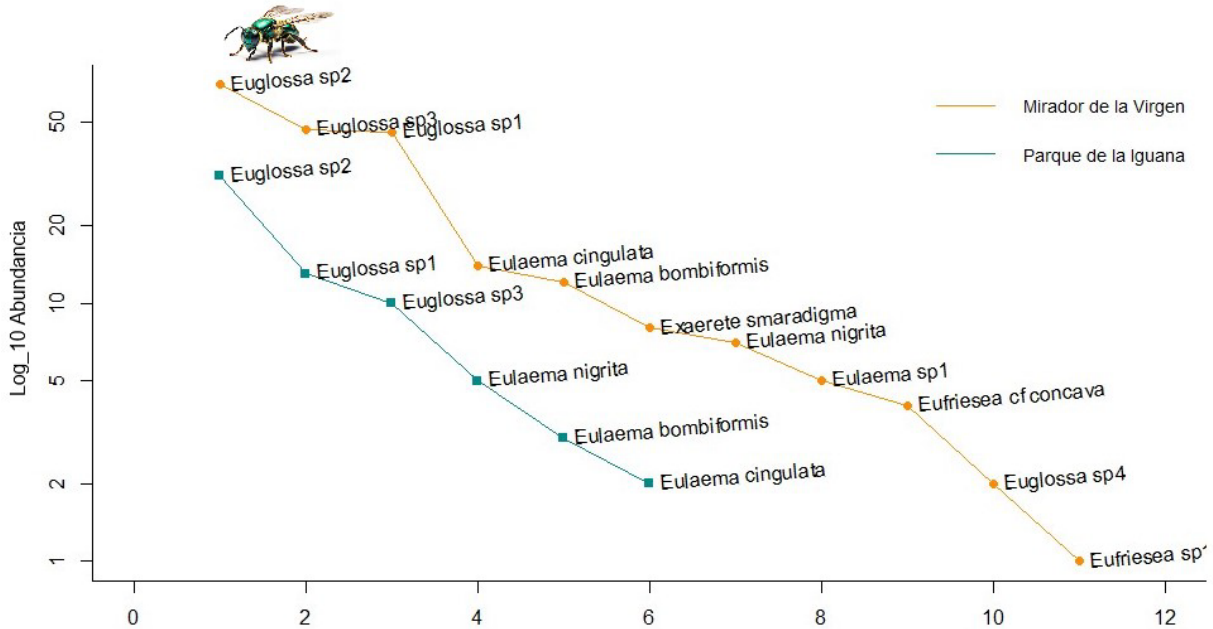
247

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

248

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

253 mayor homogeneidad de las abundancias en el Mirador, ya que, en el parque la pendiente  
 254 esta más pronunciada y las caídas están más marcadas por las especies raras, donde las  
 255 morfoespecies *Euglossa* sp4, *Eufriesea cf. concava* (Friese, 1899) y *Eulaema* sp1 fueron  
 256 las especies poco comunes en ambas zonas, teniendo el mismo comportamiento que las  
 257 dominantes, es decir, están mejor representadas en el mirador de la Virgen.  
 258

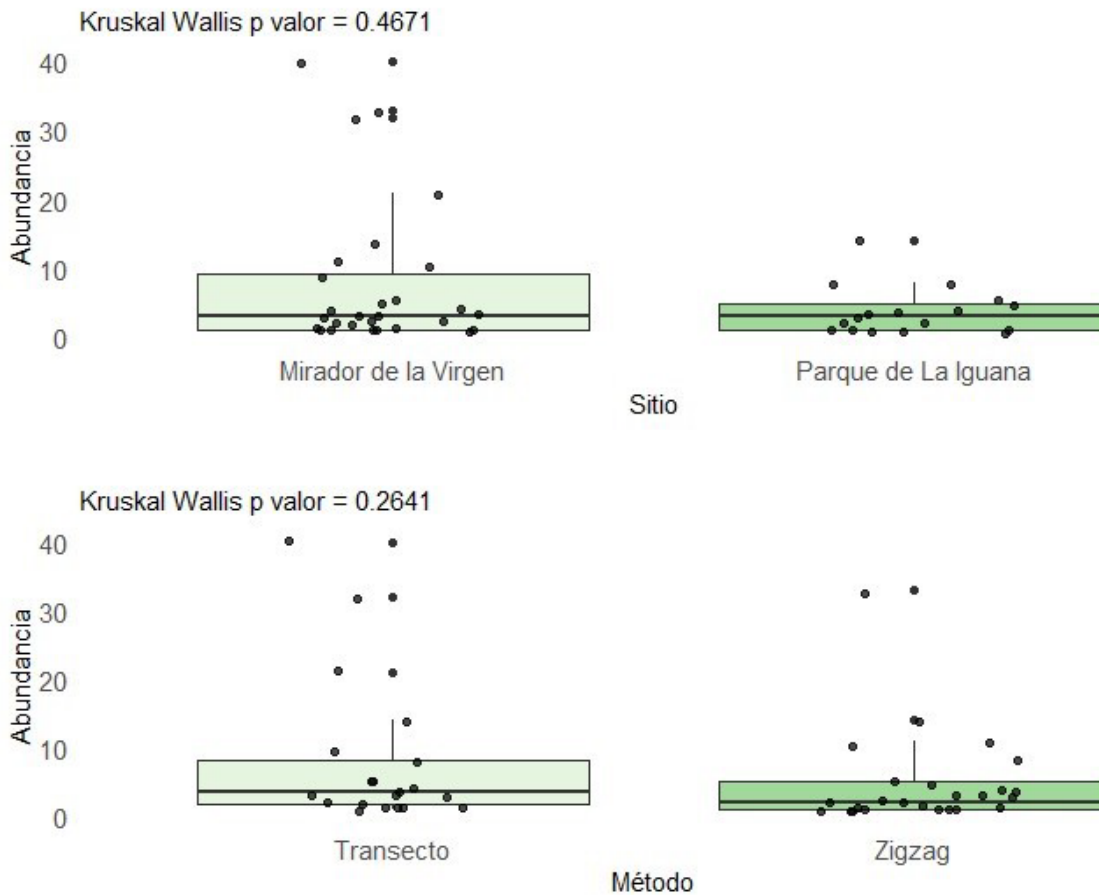


259  
 260 **Figura 4.** Curva de rango y abundancia por cada sitio de muestreo.

261  
 262 Se aplicó un análisis de normalidad Shapiro-Wilk el cual obtuvo un *p valor* de 1,749e-12,  
 263 rechazando la hipótesis nula de normalidad, por lo tanto, se usaron pruebas no  
 264 paramétricas.

265  
 266 Con base en la abundancia registrada para cada zona y para cada método, se aplicó la  
 267 prueba Kruskal Wallis, obteniéndose un *p valor* de 0,46 y 0.26 respectivamente, lo que  
 268 indica que no existen diferencias significativas en la abundancia entre ambas zonas y  
 269 métodos, en la fig. 5 se observa una distribución sesgada a la derecha o asimetría positiva  
 270 en el Mirador de la Virgen y el método transecto (trampas de botella), esto quiere decir que  
 271 hay mas valores por encima de la mediana, la longitud del bigote indica una concentración

272 de datos atípicos en los valores más altos de abundancia para ambos sitios y métodos de  
 273 muestreo.



274

275

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

278

279 En términos de cebos o atrayentes, el estadístico Kruskal Wallis con un *p* valor 0.01 indica  
 280 que existe diferencia significativa en la abundancia con respecto a los cuatro tipos de cebos  
 281 utilizados, el tamaño del efecto de la diferencia se determinó como “efecto grande” por  
 282 medio del método eta squared del estadístico H, se realizaron comparaciones múltiples de  
 283 Mann–Whitney–Wilcoxon con corrección de Bonferroni, para controlar el error tipo I,  
 284 obteniendo diferencias significativas entre los cebos: eucalipto y eugenol (Tabla 1).

285

Grupo1	Grupo2	N1	N2	Estadístico	P	P.ajustado	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

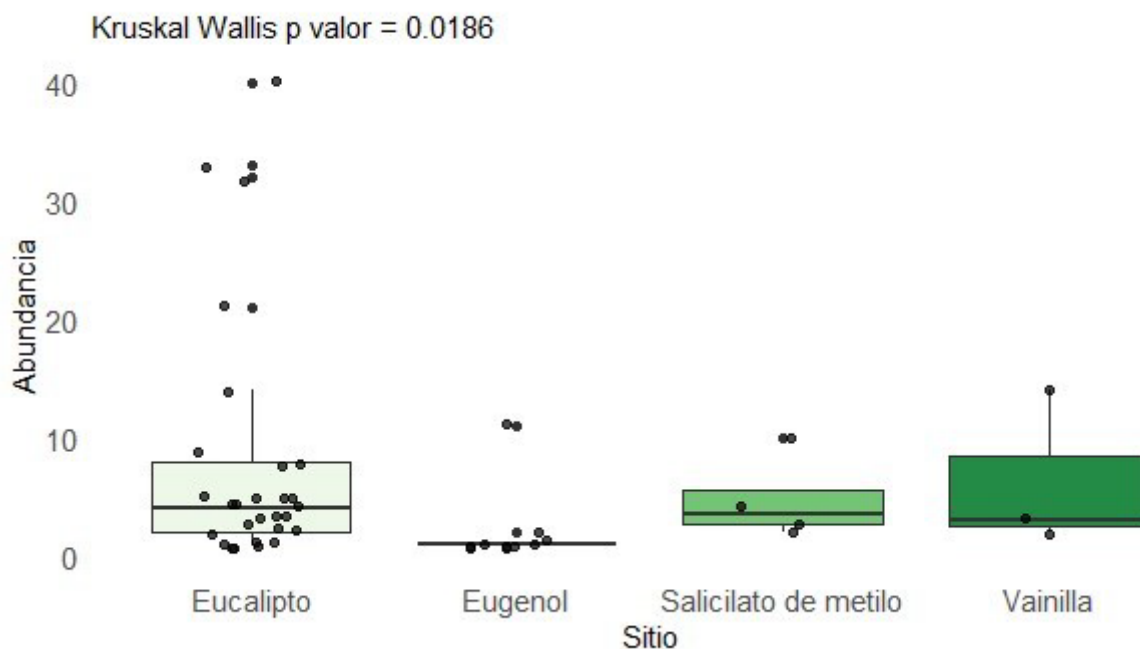
286

287 **Tabla 1.** Resultados del test de Wilconxon con corrección de Bonferroni para los tipos de  
288 cebo.

289

290 Tomando lo anterior en cuenta se puede observar en la fig. 6 que el eucalipto concentra la  
291 mayor cantidad de registros con los valores de abundancia más altos, no obstante, la  
292 mediana del salicilato de metilo no dista considerablemente del eucalipto y presenta una  
293 asimetría positiva, el eugenol por otra parte es el cebo con menor rendimiento presentando  
294 la mediana más baja, en este mismo sentido, la atrayente vainilla presenta el menor número  
295 de registros en comparación a los demás atrayentes.

296



297

298

299

300

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

301

302

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

303

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

304

305

**Tabla 2.** Relación del tipo de cebo con especie.

306

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

307

308

309

En la fig. 8 se puede observar la preferencia del género *Eufrisea* por el eucalipto, de

310

*Euglossa* sp2 y *Euglossa* sp3 por la vainilla. Se destaca que *Euglossa* sp2 fue atraída por

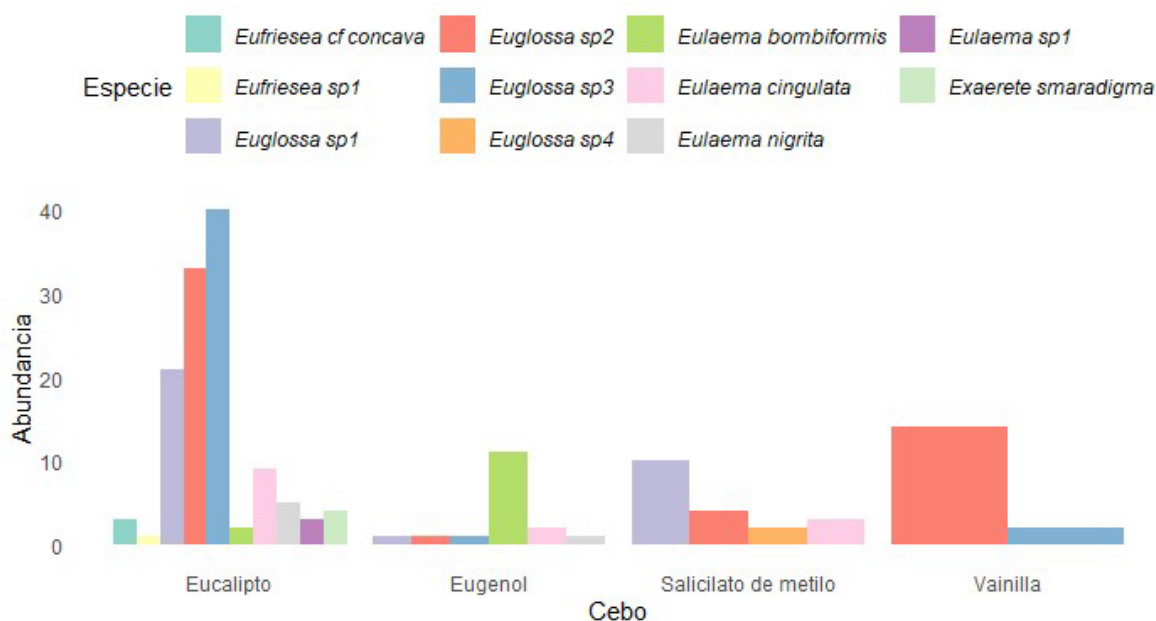
311

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

312

esencia.

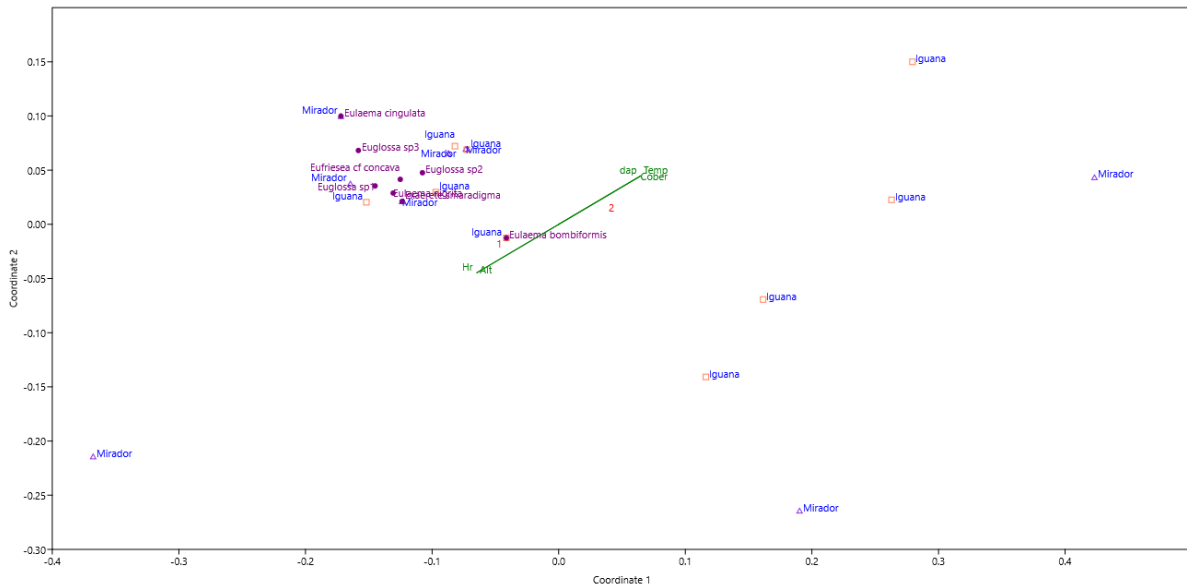
313



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

314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327

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-Ménéville, 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.



328  
 329 **Figura 9.** Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) relacionando distancias  
 330 ambientales y las distancias biológicas.

## 331 DISCUSIÓN

332  
 333  
 334 La mayor diversidad y homogeneidad presentada por el Mirador de La virgen puede  
 335 explicarse por las características ecológicas del sitio; se encuentra a una mayor altitud, esta  
 336 más alejada del perímetro urbano y tiene menor intervención antrópica, esto infiere una  
 337 considerable conservación (Ramírez *et al.*, 2012), este hallazgo fortalece el conocimiento  
 338 base de varias investigaciones como la de Chilito-Rodríguez *et al.* (2021), sobre la  
 339 preferencia de las Euglossinas por zonas con mayor cobertura vegetal, bosques conservados  
 340 y eluden zonas con poca vegetación o con deterioro del medio evidente.

341  
 342 Con respecto a las dos metodologías de muestreo (trampas de botella y Zigzag con captura  
 343 manual), se determinó que no existen diferencias significativas, se sugiere que ambos  
 344 métodos son efectivos y ofrecen una alternativa cuando se realizan diseños de muestreo en  
 345 simultáneo. Con respecto al método de botella, Reyes-Ledezma *et al.* (2020) señalan que  
 346 las trampas de botella son prácticas porque dan oportunidad de realizar colectas largas y  
 347 alcanzar altos estratos del bosque, por otra parte, Veiga & Barboza (2015) indican que

348 dichos métodos disminuyen la diversidad de los machos en comparación los muestreos  
349 activos (captura con red entomológica).

350

351 El atrayente más efectivo fue el eucalipto seguido del eugenol o aceite de clavo y el menos  
352 preferido la vainilla, difiriendo con las investigaciones de Reyes-Ledezma *et al.* (2020) y  
353 Koo-Chong & Santos (2015) donde el eugenol fue el menos seleccionado. Sin embargo, en  
354 los cuatro cebos utilizados se produjo un acercamiento por parte de las abejas, apoyando lo  
355 encontrado por autores como Parra *et al.* (2016) de que las fragancias con compuestos  
356 terpenoides son aprovechadas por los machos y fortaleciendo la noción de que la pluralidad  
357 en los tipos de cebo asegura mayor abundancia, sin embargo se debe tomar en cuenta que la  
358 dispersión de las moléculas de los atrayentes en el ambiente es dependiente de la pureza del  
359 mismo (Parra *et al.*, 2016), en ese sentido se podría decir que la falta de eficacia de  
360 atracción de la vainilla puede estar relacionada a ese hecho.

361

362 El género *Euglossa* tuvo mayor atracción por la esencia de eucalipto y de vainilla en  
363 contraste con lo encontrado por Lozano-Rodríguez *et al.* (2022) donde las especies  
364 pertenecientes al género *Eulema* representaron el 72% de las visitas al fruto de la vainilla.  
365 Por otra parte, *Euglossa* sp4, solo tuvo atracción por el salicilato de metilo lo que infiere  
366 una mayor sensibilidad y especificidad hacia este compuesto aromático.

367

368 Con respecto a los factores ambientales (temperatura, humedad y cobertura vegetal), si bien  
369 no se encontró una relación significativa en términos de abundancia, se destaca que no  
370 existieron variaciones amplias en temperatura y humedad entre ambos sitios; y si se toma  
371 en cuenta que el Mirador de la Virgen es más diverso que el Parque la Iguana, es entendible  
372 que el primero tiene una mayor cobertura vegetal y por lo tanto recursos aprovechables. Sin  
373 embargo, es importante realizar diseños experimentales que contemplen otros factores  
374 ambientales como pluviosidad, presión atmosférica, temporada de sequía / lluvia, eventos  
375 antrópicos (contaminación, quema, tala).

376

377 Se determinó que el Mirador de la Virgen es más diverso que el Parque la Iguana. Se  
378 corrobora la necesidad de utilizar distintos cebos y métodos de muestreo con el fin de



379 asegurar una colecta con mayor riqueza y abundancia de individuos. Si bien en el presente  
380 estudio no se encontró una relación significativa entre las variables ambientales medidas y  
381 la ordenación de las especies, se sugiere investigar otros factores ecológicos que puedan  
382 influir en la comunidad de abejas.

383

384 **Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)**

385 **RMCH** = Rafael Mauricio Cobos Hernández

386 **ASM** = Alonso Santos-Murgas

387 **DAC** = Diego Armando Carrero

388 **IFV** = Ingrid Flórez-Villamizar

389

390 **Conceptualization:** ASM, DAC

391 **Data curation:** RMCH

392 **Formal Analysis:** RMCH, IFV

393 **Funding acquisition:** RMCH, ASM, DAC, IFV

394 **Investigation:** ASM, RMCH, DAC

395 **Methodology:** ASM, RMCH

396 **Project administration:** RMCH

397 **Resources:** RMCH, ASM, DAC, IFV

398 **Software:** RMCH, IFV

399 **Supervision:** RMCH, ASM

400 **Validation:** ASM

401 **Visualization:** RMCH, ASM

402 **Writing – original draft:** RMCH

403 **Writing – review & editing:** RMCH, ASM

404

405 **Agradecimientos**

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

409 Universidad de Panamá, por la gestión y depósitos de los especímenes en la colección  
410 Nacional de Referencias.

411

## 412 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

413

414 Alonso, A. (2022). *Análisis de comunidades: ANOSIM y NMDS*. Rpubs.  
415 <https://rpubs.com/aafernandez1976/ANOSIMyNMDS>

416

417 Andrade-Silva, A. C. R., Nemesio, A., Oliveira, F. F. y Nascimento, F. S. (2012). Spatial-  
418 Temporal Variation in Orchid bee communities (Hymenoptera: Apidae) in  
419 remnants of Arboreal Caatinga in the Chapada Diamantina Region, State of Bahia,  
420 Brazil. *Neotropical Entomology*, 41, 296-305

421

422 Añino, Y., Parra-H, A., & Gálvez, D. (2019). Are orchid bees (Apidae: Euglossini) good  
423 indicators of the state of conservation of neotropical forests. *Sociobiology*, 66,  
424 194-197.

425

426 Ayala, R., & Engel, M. S. (2008). A new species of *Eufriesea* from Jalisco, México, with a  
427 key to Mexican species of the genus (Hymenoptera: Apidae). *Beitrag zur*  
428 *Entomologie = Contributions to Entomology*, 58, 227-237.

429

430 Bonilla-Gómez, M. A., & Nates-Parra, G. (1992). Abejas englosinas de Colombia  
431 (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. *Caldasia*, 17, 149-172.

432

433 Cane, J. H. (2001). Habitat fragmentation and native bees: A premature verdict.  
434 *Conservation Ecology*, 5, 3.

435

436 Cane, J. H. (2005). *Bees, pollination, and the challenges of sprawl*. In R. E. Johnson &  
437 Heider, K.W. (Eds.), *Nature in fragments: The legacy of sprawl* pp. 109-124.  
438 Columbia University Press.

439

440 Carmona, V., & Carmona, T. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*,  
441 14, 20-28.

442

443 Chao, A., Chiu, C. H., & Jost, L. (2010). Phylogenetic diversity measures based on Hill  
444 numbers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*,  
445 365(1558), 3599-3609.

446

447 Chilito-Rodríguez, E. P., Bañol, E. R. H., Valencia, A. V., & Olarte, M. J. P. (2021).  
448 Abejas Euglossinas (Apidae: Euglossini): Un enfoque de conservación e  
449 importancia ecológica. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*,  
450 4, 6224-6245.

451

452 Engel, M. S. (1999). The first fossil Euglossa and phylogeny of orchid bees (Hymenoptera,  
453 Apidae, Euglossini). *American Museum Novitates*, 3272, 1-14.

- 454  
455 Ferrari, R. R., Nemésio, A., & Silveira, F. A. (2017). Phylogeny of the orchid-bee genus  
456 *Euglossa* Latreille (Hymenoptera: Apidae), with emphasis on the subgenera *E.*  
457 (*Glossura*) Cockerell and *E.* (*Glossuropoda*) Moure. *Zoologischer Anzeiger*, 267,  
458 82-100.
- 459  
460 Hinojosa-Díaz, I. A., & Engel, M. S. (2007). Two new orchid bees of the subgenus  
461 *Euglossella* from Peru (Hymenoptera: Apidae). *Beitrage zur Entomologie =*  
462 *Contributions to Entomology*, 57, 93-104.
- 463  
464 Hinojosa-Díaz, I. A., & Engel, M. S. (2012). A checklist of the orchid bees of Nicaragua  
465 (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Journal of the Kansas Entomological Society*,  
466 85, 135-144.
- 467  
468 Jost, L. (2007). Partición de la diversidad en componentes alfa y beta independientes.  
469 *Ecology*, 88, 2427-2439.
- 470  
471 Jost, L., DeVries, P., Walla, T., Greeney, H., Chao, A., & Ricotta, C. (2010). Partición de la  
472 diversidad para análisis de conservación. *Diversity and Distributions*, 16, 65-76.
- 473  
474 Koo-Chong, S., & Santos, M. A. (2015). Diversidad y abundancia de las abejas de las  
475 orquídeas en los bosques nubosos del Parque Nacional Chagres, Panamá,  
476 República de Panamá. *Centros*, 4, 168-187.
- 477  
478 Lozano-Rodríguez, M.Á., Luna-Rodríguez, M., Pech-Canché, J. M., Menchaca- García, R.  
479 A., & Cerdán-Cabrera, C. R. (2022). Frecuencia de visita de Euglosinos  
480 (Hymenoptera: Apidae) a frutos maduros de *Vanilla planifolia* (Orchidaceae). *Acta*  
481 *Botanica Mexicana*, 129, e2001.
- 482  
483 Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y*  
484 *análisis en ecología vegetal* (Vol. 87). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible  
485 (BOLFOR).
- 486  
487 Nates-Parra, G., Parra, A., Rodríguez, Á., Baquero, P., & Vélez, D. (2006). Abejas  
488 silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad  
489 de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología*, 32, 77-84.
- 490  
491 Nemésio, A., & Silveira, F. A. (2007). Diversity and distribution of orchid bees  
492 (Hymenoptera: Apidae) with a revised checklist of species. *Neotropical*  
493 *Entomology*, 36, 874-888.
- 494  
495 Nemésio, A., & Engel, M. S. (2012). Three new cryptic species of *Euglossa* from Brazil  
496 (Hymenoptera, Apidae). *ZooKeys*, 222, 47-68.
- 497  
498 Osorio, A. M., & Santos, M. A. (2017). Estudio sobre el conocimiento de la diversidad de  
499 abejas de la Orquídea (Apidae: Euglossini) en la comunidad de Ustupu, Comarca  
500 Kuna Yala, Panamá. *Scientia (Panamá)*, 28, 61-71.

- 501  
 502 Parra, A., & Nates-Parra, G. (2007). Variación de la comunidad de abejas de las orquídeas  
 503 (Hymenoptera: Apidae) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero  
 504 colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 55, 931-941.  
 505
- 506 Parra, A., Otero, J. T., Sandino, J. C., & Ospina, T. R. (2016). Abejas de la orquídea  
 507 (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) y su importancia como polinizadoras de  
 508 amplio rango en ecosistemas naturales. *Iniciativas colombianas de polinizadores*,  
 509 141-155.  
 510
- 511 Peña-Peña, E., López-Pérez, Y., Quezada-Euan, J. J. G., Martínez-Carralero, M., & Peña  
 512 Peña, S. (2024). Interacción entre abejas de las orquídeas *Euglossa* sp.  
 513 (Hymenoptera: Apidae) y Albahaca (*Ocimum basilicum*, L.) en un área  
 514 agroecológica de Mérida, Yucatán. *Revista Digital de Medio Ambiente "Ojeando  
 515 la Agenda*, 89, 1.  
 516
- 517 Pérez-Buitrago, N., Mojica-Candela, L. J., & Agudelo-Martínez, J. C. (2022). Variación  
 518 estacional de abejas euglosinas (Apidae: Euglossini) en el norte de la Orinoquia  
 519 colombiana. *Revista De la academia colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y  
 520 Naturales*, 46, 470–481.  
 521
- 522 Perger, R. (2015) The highest known euglossine bee community from a garden in the  
 523 Bolivian Andes (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Journal of Hymenoptera  
 524 Research*, 45, 65-73.  
 525
- 526 Ramírez, S., Dressler, R. L., & Ospina, M. (2002). Abejas euglosinas (Hymenoptera:  
 527 Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies con notas sobre su biología.  
 528 *Biota Colombiana*, 3, 7-118.  
 529
- 530 Ramírez, V. M., Calvillo, L. M., & Kevan, P. G. (2012). *Effects of human disturbance and  
 531 habitat fragmentation on stingless bees*. In P. Vit, Pedro, S.R.M., & Roubik, D.W.  
 532 (Eds.), *Pot-honey: A legacy of stingless bees* (pp. 269-282). Springer New York.  
 533
- 534 Reyes-Ledezma, K. Y., Santos-Murgas, A., González, P., Gómez, I. Y., & Vargas, A. B.  
 535 (2020). Diversidad alpha y beta de abejas euglossini (Hymenoptera: Apidae) en el  
 536 dosel y sotobosque del Cerro Turega, Provincia de Coclé, Panamá. *Tecnociencia*,  
 537 22, 205-225.  
 538
- 539 Reyes, E., Meléndez, R. V., Delfín, H., & Ayala, R. (2009). Abejas silvestres  
 540 (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. *Tropical and  
 541 Subtropical Agroecosystems*, 10, 1-10.  
 542
- 543 Roubik, D. W., & Hanson, P. E. (2004). *Abejas de orquídeas de la América tropical:  
 544 Biología y guía de campo*. Editorial INBio.  
 545
- 546 Salamanca-Moreno, A. (2021). Corazón Llanero Parque Lineal Integrado Al Turismo en  
 547 Casanare. [Tesis de pregrado Arquitectura]. Universidad Santo Tomás, Tunja.

- 548  
549 Santos, M. A., & Añino, R. Y. J. (2016). Contribución al conocimiento de la diversidad de  
550 abejas de las orquídeas (Apidae: Euglossini) de la Península de Azuero, Panamá.  
551 *Tecnociencia*, 18, 39-52.  
552
- 553 Santos-Murgas, A. (2014). Monitoreo de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en  
554 el Parque Nacional Natural Darién, República de Panamá. *Centros*, 3, 121-142.  
555
- 556 Santos-Murga, A., Abrego, J. C., López, O. G., Monteza, C., Osorio, M., Guardia, R., &  
557 Villarreal, C. (2018). Abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae: Euglossini)  
558 del Parque Nacional Darién, Panamá. *Tecnociencia*, 20, 59-69.  
559
- 560 Santos-Murgas, A., Añino, Y., Abrego, J. C., & López, O. (2016). Notas sobre depredación  
561 de *Apiomerus hirtipes* (Hemiptera: Reduviidae) sobre abejas de la orquídea  
562 (Apidae: Euglossinae). *Centros*, 5, 46-52.  
563
- 564 Somejima, H., Maruyama, M., Nagamitsu, T., & Nakashizuka, T. (2004). The effects of  
565 human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest.  
566 *Biological Conservation*, 120, 577-587.  
567
- 568 Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An  
569 overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*,  
570 1, 19-25.  
571
- 572 Valencia, J. F. A., & Florencia, C. (2020). Diversidad de abejas de las orquídeas (Apidae:  
573 Euglossini) en el vaso del embalse del proyecto hidroeléctrico "Hidroituango",  
574 Antioquia Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 46, 1-10.  
575
- 576 Vélez, D., & Pulido-Barrios, H. (2005). Observaciones sobre la estratificación vertical de  
577 abejas Euglosinas (Apidae: Euglossini) en un bosque ripario de la Orinoquía  
578 colombiana. *Caldasia*, 27, 267-270.  
579
- 580 Veiga, S. N., & Barbosa, G. R. (2015). Is the capture success of orchid bees (Hymenoptera,  
581 Apoidea) influenced by different baited trap designs? A case study from southern  
582 Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 59, 32-36.  
583
- 584 Vilhena, P. S., Rocha, L. I., & Garófalo, C. A. (2017). Male orchid bees (Hymenoptera:  
585 Apidae: Euglossini) in canopy and under-story of Amazon Várzea Floodplain  
586 Forest. I. *Microclimatic, Seasonal and Faunal Aspects. Sociobiology*, 64, 191-  
587 201.  
588
- 589 Received June 2, 2024.  
590 Accepted August 6, 2024.