

Melitofauna del agropaisaje de caña de azúcar en el Valle del Cauca, Colombia

Melitofauna of the sugarcane agrolandscape in Valle del Cauca, Colombia

Antonella Sardi-Saavedra  ^{ab}, Maria R. Manzano ^a
Germán Vargas ^c, Leonardo Fabio Rivera-Pedroza ^b

^a Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira

^b Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

^c Tropical Research and Education Center, University of Florida, Estados Unidos

Recibido: enero 12, 2023

Aceptado: enero 20, 2024

Publicado en línea: abril 2, 2024

<https://doi.org/10.21068/2539200X.1128>



Resumen

El bosque seco tropical del Valle del Cauca en Colombia es uno de los biomas más transformados por la expansión agrícola. En este territorio predomina el cultivo de caña de azúcar mezclado con algunos remanentes del bosque en el que se desconoce la diversidad de abejas existente. El objetivo de esta investigación es evaluar el papel del agropaisaje de caña de azúcar como hábitat y fuente de recursos florales para las abejas en esta región. Para ello, se realizaron dos muestreos en nueve áreas naturales intervenidas junto a cultivos de caña donde se capturaron abejas con red entomológica y platos de colores. Se recolectaron 208 abejas, pertenecientes a 38 especies, 12 tribus y tres familias. La familia con mayor abundancia y número de especies fue Halictidae con 53 % (18 especies), seguido por Apidae con 43 % (14 especies) y Megachilidae con 4 % (seis especies). Las abejas visitaron 25 especies de plantas de 12 familias, siendo *Alternanthera albotomentosa* la más visitada. Este estudio constituye el primer reporte de las especies de abejas en el agropaisaje de caña del Valle del Cauca. Se concluye que, a pesar de las modificaciones que ha tenido el agropaisaje, las áreas naturales junto al cultivo juegan un papel fundamental como hábitat y fuente de recursos florales para la comunidad de abejas silvestres.

Palabras clave: visitantes florales, bosque seco tropical, franjas de vegetación ribereñas, abejas silvestres.

Abstract

The tropical dry forest in Valle del Cauca, Colombia, is one of the biomes most transformed by agricultural expansion. In this territory, sugar cane crops predominate mixed with some forest remnants, and bee diversity is unknown. This research evaluates the role of the sugarcane agro-landscape as a habitat and source of floral resources for bees in this region. Two samplings were carried out in nine intervened natural areas next to sugarcane crops where bees were captured with entomological nets and colored plates. A total of 208 bees were collected, belonging to 38 species, 12 tribes and three families. The family with the highest abundance and number of species was Halictidae with 53% (18 species), followed by Apidae with 43% (14 species) and Megachilidae with 4% (six species). The bees visited 25 plant species from 12 families, with *Alternanthera albotomentosa* being the most visited. This study constitutes the first report of bee species in the sugarcane agro-landscape of Valle del Cauca. It concludes that, despite the modifications that the agro-landscape has had, the natural areas next to the crop play a fundamental role as habitat and source of floral resources for the wild bee community.

Keywords: floral visitors, tropical dry forest, riparian vegetation strips, wild bees.

Introducción

Las abejas juegan un papel fundamental como agentes polinizadores, pues transportan el polen de flor en flor de forma eficiente. En Colombia se estima que hay al menos 600 especies de abejas (Gutiérrez et al., 2019). No obstante, la melitofauna del país ha sido poco explorada, especialmente en el bosque seco tropical (BST) (Pizano & García, 2014), a pesar de que más de la mitad de las especies de plantas de esta zona son polinizadas por abejas (Machado & Lopes, 2021).

El BST es uno de los ecosistemas colombianos más afectados por la deforestación debido a la expansión agropecuaria (Arcila et al., 2012). Particularmente en el departamento del Valle del Cauca, desde la llegada de los españoles a esta región en el siglo XVI, el territorio tuvo una serie de transformaciones que llevaron a que los bosques de la región se convirtieran en pequeños fragmentos (Rivera et al., 2007). Actualmente, el 1,8 % de la cobertura del valle del río Cauca está conformada por fragmentos de BST, mientras que el 96 % de la cobertura está representada por cultivos, pasturas, rastrojos y zonas urbanas, siendo el cultivo de caña de azúcar la matriz dominante (Arcila et al., 2012).

No obstante, este agropaisaje alberga una gran diversidad de organismos. Por ejemplo, se han registrado cerca de 1300 especies de plantas vasculares (Vargas, 2012) y 215 especies de hormigas (Chacón et al., 2012). Además, en la actualidad se busca conservar las franjas de vegetación ribereñas para la protección de fuentes hídricas (ríos, quebradas, zanjones, humedales y madrevejas) y para sostener poblaciones de aves, hormigas y otros animales que prestan servicios ecosistémicos como el control de plagas del cultivo de la caña de azúcar (Rivera et al., 2019).

Según Gliessman (2002), un agropaisaje como el del valle del río Cauca tiene tres componentes básicos: 1) áreas de producción agrícola (cultivo de caña de azúcar), 2) áreas naturales (fragmentos de BST y franjas de vegetación ribereñas protectoras de cuerpos de agua) y 3) áreas de influencia humana (infraestructura humana y vegetación arbórea remanente, combinada con plantas ornamentales). Este estudio se enfoca en las áreas naturales cercanas a los cultivos de caña de azúcar.

La caña de azúcar es anemófila y sus flores son poco atractivas para las abejas (Thompson et al., 2020). Además, en general, la floración en las variedades comerciales se considera como una condición indeseable ya que su presencia favorece la acumulación de biomasa en los tallos. Por lo tanto, la presencia de árboles nativos y de herbáceas con flores productoras de polen y néctar en las áreas naturales circundantes al cultivo de la caña de azúcar puede favorecer las visitas de las abejas y el establecimiento de sus poblaciones, al aportarles recursos alimenticios y sitios de nidificación (Bartual et al., 2019; Sánchez et al., 2020). Con base en lo anterior, la hipótesis de esta investigación es que las áreas naturales junto a los cultivos de caña de azúcar (< 5m) son un hábitat de vital importancia para las abejas, ya que son una fuente de recursos forales indispensables que se encuentran en estas coberturas de vegetación natural.

Materiales y métodos

Área de estudio

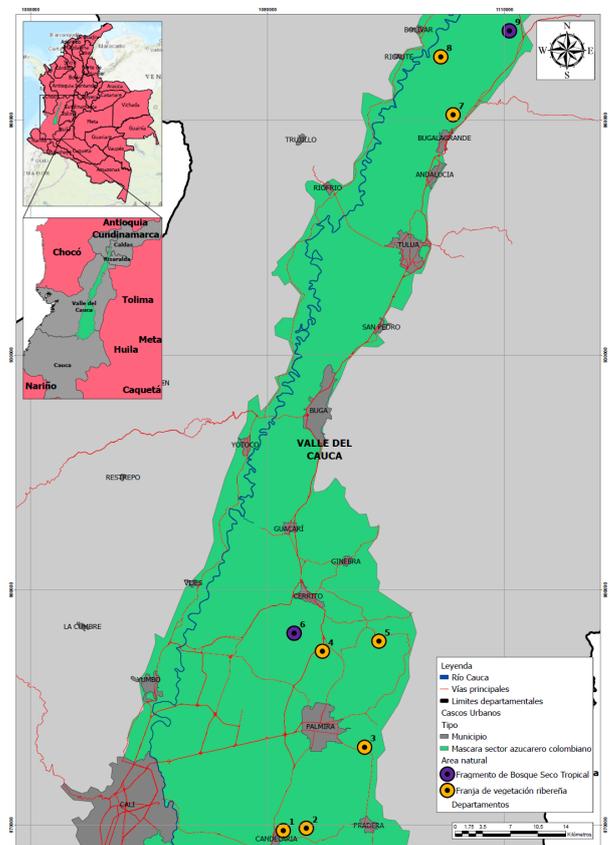
La zona de vida del área de estudio corresponde al BST, representado por pequeños fragmentos de vegetación aislados en un paisaje dominado por el cultivo de la caña de azúcar. La elevación de esta zona varía entre 900 y 1200 m s. n. m., la temperatura media anual es mayor a 24 °C y la precipitación anual se encuentra entre los 1000 y 2000 mm El régimen de distribución de las precipitaciones es bimodal, con dos estaciones secas (enero-febrero y julio-agosto) y dos de lluvias (abril-mayo y octubre-noviembre) (Arcila et al., 2012).

La investigación se llevó a cabo entre marzo de 2021 y febrero de 2022 en nueve áreas naturales presentes en el agropaisaje de caña de azúcar en el valle del río Cauca (Valle del Cauca, Colombia). Estas áreas naturales están representadas por dos fragmentos de BST (El Hatico y El Medio) y siete franjas de vegetación o franjas protectoras de cuerpos de agua, compuestas por un conjunto de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea ubicadas en las riberas de ríos, zanjones o madrevejas; todas localizadas junto a lotes con cultivos de caña de

azúcar (< 5 m). Las franjas de vegetación ribereñas tienen una longitud de entre 6 y 54 m, y bordean cuerpos de agua como ríos, quebradas, zanjones o madrevejas. El fragmento de bosque de El Hatico tiene un área de 9 ha y el de El Medio de 13 ha. Se seleccionaron áreas naturales localizadas a lo largo del valle del río Cauca desde el municipio de Zarzal hasta el municipio de Candelaria.

Las áreas naturales junto a los cultivos de caña de azúcar se caracterizan por la presencia de especies vegetales nativas del BST como *Guazuma ulmifolia* Lam., *Cinnamomum triplinerve* (Ruiz & Pav.) Kosterm., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels, *Achatocarpus nigricans* Triana, *Erythrina fusca* Lour., entre otras. También se encuentran especies exóticas como *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., *Roystonea regia* (Kunth) O.F.Cook y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Figura 1. Mapa de distribución de los sitios de muestreo en franjas de vegetación ribereñas y fragmentos de bosque seco tropical junto a cultivos de caña de azúcar.



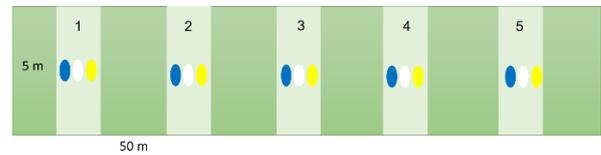
Muestreo de abejas

Se hicieron, en total, 18 muestreos de abejas (dos por sitio). En cada sitio (Tabla 1) se pusieron cinco trampas separadas por 50 m entre sí. Es decir, se cubrió una longitud de 500 m por sitio. Cada trampa (*pan trap*) constó de tres platos plásticos de 500 ml, de colores llamativos para las abejas (azul, blanco y amarillo), para un total de 15 platos por sitio (Figura 2). Los tres platos se elevaron a 0,5 m del suelo con ayuda de un palo de madera (Figura 3), se llenaron con una solución atrayente de agua con miel de abejas comercial en proporción 4:1 y jabón, para romper la tensión superficial del agua, y se dejaron por 6 horas, entre las 9:00 y las 15:00, para un total de 12 horas por sitio y 108 horas en los nueve sitios. Adicionalmente, en el espacio que separaba cada trampa (cinco transectos de 50 x 5 m) se asperjó la misma solución de miel de abejas sobre las plantas herbáceas y arbustos, mientras dos personas observaron y capturaron abejas con una red entomológica (37 cm de diámetro), tanto al vuelo como en las flores. Las capturas se realizaron durante 15 minutos/persona/transecto en dos periodos del día, entre las 10:00 y las 11:30 y entre las 14:00 y 15:30, para un total de 10 horas por sitio en los dos muestreos y 90 horas en los nueve sitios. Se registraron datos de fecha, hora de captura, localidad y especie de planta visitada por las abejas recolectadas.

Tabla 1. Sitios de muestreo de abejas en áreas naturales junto a cultivos de caña de azúcar.

Sitio	Área natural	Coordenadas
1	Franja de vegetación	3°24'49,8"N; 76°20'23,1"O
2	Franja de vegetación	3°24'59,5"N; 76°18'48,6"O
3	Franja de vegetación	3°30'36,1"N; 76°14'49,3"O
4	Franja de vegetación	3°37'15,51"N; 76°17'42"O
5	Franja de vegetación	3°37'57,1"N; 76°13'50,2"O
6	Fragmento de bosque	3°38'30,49"N; 76°19'38"O
7	Franja de vegetación	4°14'25,2"N; 76°08'43,5"O
8	Franja de vegetación	4°18'25,8"N; 76°09'33,8"O
9	Fragmento de bosque	4°20'13,8"N; 76°04'51,9"O

Figura 2. Trampas para recolección de abejas (1 a 5) en cada sitio de muestreo.



Notas. Los óvalos indican trampas de colores.

Figura 3. Trampas con platos de colores azul, blanco y amarillo para recolección de abejas.



Las abejas recolectadas se depositaron en viales con alcohol al 70 % y se transportaron al Laboratorio de Entomología del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña) y al Laboratorio de Investigaciones en Abejas de la Universidad Nacional de Colombia (LABUN), donde se identificaron hasta la categoría taxonómica más baja posible a través de las claves taxonómicas morfológicas de Flórez et al. (2023), Jaramillo, Ospina y González (2019), Engel (2022) y Silveira et al., (2002) y con ayuda de especialistas. Los especímenes que no se pudieron identificar hasta especie, se consideraron morfoespecies. Los especímenes luego fueron depositados en la colección del Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV). Las plantas visitadas por las abejas se identificaron en campo o fueron prensadas para su identificación a través de claves taxonómicas, con ayuda de un botánico.

Análisis de datos

Se determinó la abundancia y la riqueza total de abejas por familia, tribu, género y especie de abeja. Se compararon las familias presentes en las áreas naturales junto a los cultivos de caña. Se comprobó la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk con el programa Past 4.03 (Hammer et al., 2001). El número de individuos por familia de abejas se comparó a través de Mann-Whitney pareada después de una prueba Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Para entender las relaciones entre las abejas y las plantas que visitaron se realizó una representación gráfica de sus redes de interacción mediante el programa Food Web Designer 3.0 (Sint & Traugott, 2016).

Resultados

Composición de especies de abejas

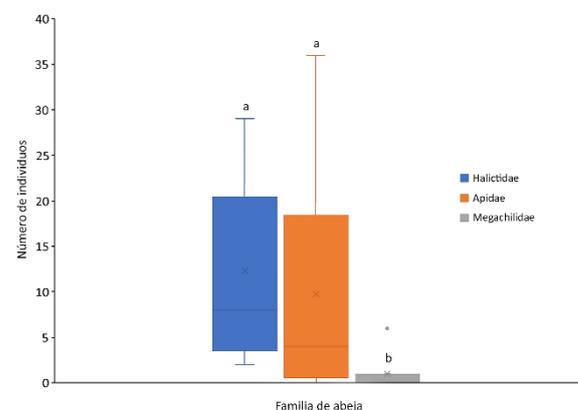
Se encontraron 208 individuos de abejas pertenecientes a 3 familias, 12 tribus, 22 géneros y 38 especies (Figura 4). Se encontraron 3 de las 5 familias de abejas reportadas en Colombia: Halictidae, Apidae y Megachilidae, siendo la primera la que presentó la mayor abundancia (53 %) y riqueza de especies (18), seguida por Apidae (43 %) con 14 especies y Megachilidae (4 %) con 6 especies. La familia Halictidae estuvo presente en todas las áreas naturales, Apidae tuvo la mayor variación en número de individuos por sitio y Megachilidae estuvo poco representada. La abundancia entre Halictidae y Apidae con respecto a Megachilidae fue significativamente diferente (Kruskal-Wallis, $H = 10,31$; $p = 0,005$; Mann-Whitney post Kruskal-Wallis, $p = 0,0013$) (Figura 4).

Por otra parte, *Augochlora* fue el género más diverso, con 10 morfoespecies (Tabla 2). *Lasioglossum* sp. 1 (18 %) y *Apis mellifera* L. (17 %) fueron las especies más abundantes y más ampliamente distribuidas, ya que estuvieron presentes en cinco de los nueve sitios muestreados. Por el contrario, 16 especies estuvieron

representadas por un solo individuo, entre las que se encontraban especies consideradas de amplia distribución como *Exaerete smaragdina* Guérin-Méneville y especies raras en Colombia como *Nesosphecodes* sp. (Halictidae: Halictini), *Temnosoma* sp. (Halictidae: Augochlorini) y *Anthidium sanguinicaudum* H.F. Schwarz (Megachilidae: Anthidiini). También se destaca la presencia de dos especies de abejas sin aguijón, *Nannotrigona pilosa* Jaramillo et al. distribuida en valle del río Cauca en Colombia (Jaramillo, Ospina & González, 2019) y *Scaptotrigona ederi* Engel, endémica del Valle del Cauca (Engel, 2022).

Respecto a la composición de especies, se encontró mayor riqueza de especies de las familias Apidae y Megachilidae en los fragmentos de bosque, mientras que en las franjas de vegetación la mayor riqueza la presentó la familia Halictidae (Tabla 2). Los fragmentos de bosque presentaron 13 especies exclusivas: cinco de la familia Apidae, cuatro de la familia Megachilidae y cuatro de la familia Halictidae. Por su parte, las franjas de vegetación ribereñas presentaron 20 especies exclusivas: cinco pertenecientes a la familia Apidae, dos especies de la familia Megachilidae y 13 especies de la familia Halictidae.

Figura 4. Número de individuos por familia en las áreas de vegetación natural junto a los cultivos de caña en Valle del río Cauca, Colombia.

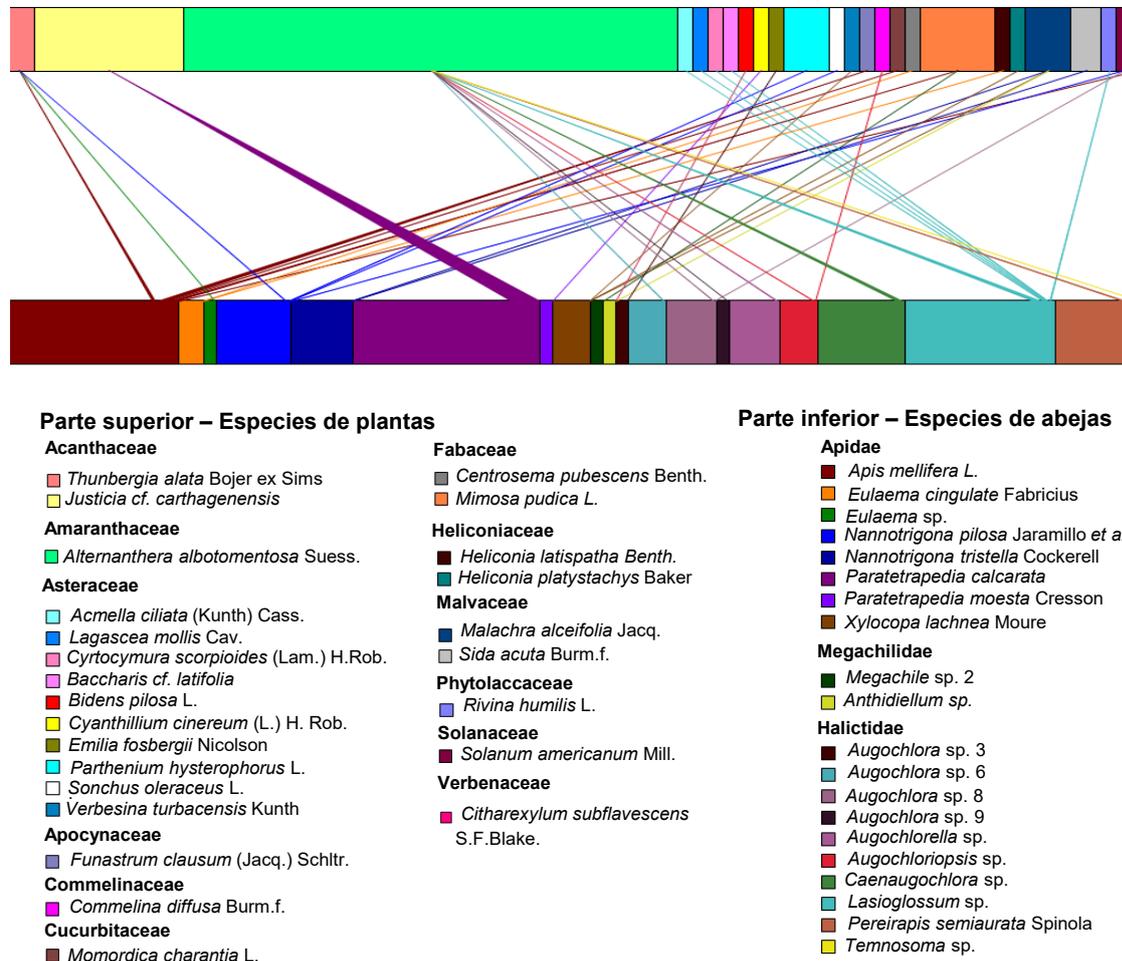


Notas. Las letras diferentes indican diferencia estadística en el número de individuos entre familias (Paired Mann-Whitney post Kruskal-Wallis, $p = 0,0013$).

Tabla 2. Número de individuos por especie de abeja en las áreas naturales (franjas de vegetación ribereñas y fragmentos de bosque) del apaisaje de caña de azúcar en el valle del río Cauca, Valle del Cauca, Colombia.

Especies	Número de individuos		
	Franjas de vegetación ribereñas	Fragmentos de Bosque	Total
Apidae			
<i>Apis mellifera</i> L.	10	26	36
<i>Paratetrapedia calcarata</i> Cresson	0	15	15
<i>Nannotrigona pilosa</i> Jaramillo et al.	8	0	8
<i>Nannotrigona tristella</i> Cockerell	0	5	5
<i>Xylocopa lachnea</i> Moure	2	3	5
<i>Scaptotrigona ederi</i> Engel	0	4	4
<i>Indeterminada</i>	4	0	4
<i>Ancyloscelis</i> sp.	2	0	2
<i>Eulaema cingulata</i> Fabricius	2	0	2
<i>Ceratina crewella</i>	1	1	2
<i>Thygater</i> sp.	1	0	1
<i>Eulaema</i> sp. 1	1	1	2
<i>Exaerete smaragdina</i> Guérin-Méneville	0	1	1
<i>Paratetrapedia moesta</i> Cresson	0	1	1
Megachilidae			
<i>Loyolanthidium</i> sp.	0	4	4
<i>Anthidium sanguinicaudum</i> H.F. Schwarz	1	0	1
<i>Coelioxys</i> sp. 1	1	0	1
<i>Coelioxys</i> sp. 2	0	1	1
<i>Megachile atomita</i> Cresson	0	1	1
<i>Megachile</i> sp. 2	0	1	1
Halictidae			
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	37	0	37
<i>Augochlora</i> sp. 8	12	0	12
<i>Pereirapis semiaurata</i> Spinola	10	0	10
<i>Augochlora</i> sp. 3	6	2	8
<i>Caenoaugochlora</i> sp.	7	0	7
<i>Augochlora</i> sp. 6	7	0	7
<i>Augochlorella</i> sp.	6	0	6
<i>Augochloriopsis</i> sp.	6	0	6
<i>Augochlora</i> sp. 7	5	0	5
<i>Augochlora</i> sp. 9	3	0	3
<i>Augochlora</i> sp. 2	0	2	2
<i>Augochlora</i> sp. 10	2	0	2
<i>Nesosphecodes</i> sp.	0	1	1
<i>Lasioglossum</i> sp. 2	0	1	1
<i>Temnosoma</i> sp.	1	0	1
<i>Augochlora</i> sp. 1	1	0	1
<i>Augochlora</i> sp. 4	0	1	1
<i>Augochlora</i> sp. 5	1	0	1
Total	137	71	208

Figura 5. Red de interacción de las plantas visitadas por las abejas en las áreas naturales del agropaisaje de caña de azúcar.



Notas. En la parte superior se encuentran las especies de plantas y, en la inferior, las especies de abejas.

Visitas florales

Se observaron 92 individuos de abejas que visitaron las flores de 25 especies de plantas, las cuales pertenecen a 12 familias. El estrato de plantas más visitado fue el herbáceo (16), seguido por el trepador (5), arbustivo (2) y arboreo (2) (Anexo 1). La familia más visitada fue Amaranthaceae con el 36 % de las visitas florales, representada por una sola especie, *Alternanthera albotomentosa* Suess. Esta planta fue visitada por el mayor número de especies de abejas (9), pertenecientes a siete géneros de la familia Halictidae (Figura 28). La familia Asteraceae, representada por 10 especies, se destacó tanto en la abundancia, como en riqueza de especies de abejas que la visitaron. Esta familia fue visitada por abejas

pequeñas como *Lasioglossum* sp. 1 (< 1,5 mm) y por abejorros de la especie *Xylocopa lachnea* Moure (> 3 mm).

Las abejas sociales *A. mellifera*, *Nannotrigona tristella* Cockerell y *N. pilosa* se catalogaron como generalistas, pues visitaron especies de distintas familias, a diferencia de otras abejas, como *Paratetrapedia calcarata*, que visitó exclusivamente la herbácea *Justicia cf. carthagenensis* (Figura 5).

Discusión

Composición de especies de abejas

Esta investigación reporta por primera vez la composición taxonómica de la comunidad de abejas

silvestres presente en el agropaisaje de caña de azúcar del valle del río Cauca, Colombia. A pesar de que gran parte del área está cubierta por el cultivo de caña de azúcar, se encontraron 38 especies de abejas en las áreas naturales circundantes al cultivo. Este valor es bajo si se compara con las 70 especies de abejas registradas en un agropaisaje de papa en Antioquia, Colombia (Sepúlveda et al., 2017). No obstante, las 38 especies reportadas en este estudio superan a 13 especies de abejas reportadas por Cepeda y León (2009) en un agropaisaje cafetero de Cundinamarca y a las 32 especies de abejas reportadas por Alonso et al. (2018) en un agropaisaje palmero en el Casanare. Los agropaisajes de caña, café, papa y palma tienen en común que las áreas aledañas a los cultivos conservan parches de vegetación natural y/o bosques secundarios intervenidos que ofrecen recursos para las abejas. Sin embargo, los recursos ofrecidos por cada cultivo difieren entre sí. Por ejemplo, los cultivos de café, papa y palma ofrecen recursos florales para las abejas, a diferencia del cultivo de caña de azúcar. Al tratarse de una gramínea, su polinización es anemófila y poco atractiva para las abejas (Thompson et al., 2020). Además, dentro del manejo de la caña de azúcar se recomienda el uso de variedades con poca floración para evitar la pérdida de acumulación de biomasa (comunicación personal, Área de Variedades Cenicaña). Esto quiere decir que en el agropaisaje cañero las abejas dependen de las áreas naturales para obtener recursos florales y otros recursos para construir sus nidos, motivo por el cual las áreas naturales circundantes al cultivo juegan un papel fundamental como hábitat y fuente de alimento para las poblaciones de abejas silvestres. En este estudio se comprueba que estas áreas son capaces de sostener las 38 especies de abejas reportadas.

En cuanto a la melitofauna encontrada, las familias con mayor riqueza y abundancia en las áreas naturales adyacentes al cultivo de caña fueron Halictidae y Apidae, lo que coincide con lo reportado en otras regiones del país (González & Engel, 2004; Smith & González, 2007; Fernández & Zambrano, 2011). Las especies de abejas de estas dos familias

son abundantes, tienen hábitos generalistas y pueden presentar diferentes grados de sociabilidad, desde solitarias hasta eusociales, por lo cual es común encontrarlas en los trópicos (Smith & González, 2007). El género *Augochlora* (Halictidae) presentó el mayor número de morfoespecies, lo cual concuerda con lo observado en otras regiones de tierras bajas en Colombia (Smith & González, 2007). A pesar de que este género es diverso y ampliamente distribuido, la mayoría de sus especies no han sido descritas (Smith & González, 2007). La especie *Lasioglossum* sp. 1 (Halictidae) fue la especie más abundante en las franjas de vegetación, pero estuvo ausente en los dos fragmentos de bosque. De hecho, este género es común en áreas intervenidas como cultivos, pastizales y rastrojos (Smith & González, 2007; Aguilar & Smith, 2009; Basu et al., 2016; Gutiérrez et al. 2019). Al ser pequeñas (< 1,5 mm), las abejas de este género limitan su capacidad de vuelo (Greenleaf et al., 2007) a otras áreas naturales alejadas para obtener recursos. Sin embargo, pueden mantener sus poblaciones viables en fragmentos de vegetación pequeños ya que los individuos requieren pocos recursos alimenticios para reproducirse con éxito (Cane et al., 2006).

Ahora bien, las abejas sin aguijón de los géneros *Nannotrigona* y *Scaptotrigona* (Apidae: Meliponini) reportadas en este estudio también son pequeñas (< 6 mm) y con capacidad de vuelo limitada. Por ejemplo, las del género *Nannotrigona* vuelan hasta 600 m (Hanson et al., 2021), pero al ser sociales, sus requerimientos energéticos son altos (Araújo et al., 2004). De hecho, estas abejas solo se encontraron en dos de las nueve áreas naturales evaluadas (un fragmento de bosque y una franja de vegetación). Los altos requerimientos energéticos y la demanda de sitios específicos como árboles maduros para construir los nidos hacen que los meliponinos sean más sensibles a la pérdida del hábitat (Winfree et al., 2009), lo que hace relevante la necesidad de que existan áreas naturales asociadas a los cultivos que ocupan grandes extensiones, como es el caso del agropaisaje evaluado.

El 75 % de los individuos registrados en este estudio están catalogados como polilécticos por visitar a más de una especie floral para encontrar recursos. No obstante, se encontraron abejas especialistas (oligolécticas) como las dos especies del género *Paratetrapedia* (Apidae) que recolectan aceites florales para provisionar a las larvas (Silveira et al., 2002). Así mismo, la especie *Ancyloscelis* sp. (Apidae: Eucerini), recolectada en un solo sitio, requiere plantas específicas para la recolección de polen y aceites florales (Ferreira et al., 2019). La dieta de las abejas del género *Ancyloscelis* está restringida en gran medida al género *Ipomoea* (Convolvulaceae) (Michener, 2007), cuyas especies son trepadoras nocivas para el cultivo de caña de azúcar, ya que compiten por recursos con las plantas de caña y dificultan la cosecha, causando pérdidas económicas (Cenicña, 2017). Por ese motivo, tienden a ser eliminadas, poniendo en riesgo la supervivencia de estas abejas. Las especies oligolécticas de los géneros *Ancyloscelis* y *Paratetrapedia* dependen de la presencia de una determinada familia o género de plantas (Michener, 2007). Por lo tanto, para conservarlas es necesario mantener las plantas de las cuales dependen, evitando que compitan con el cultivo de caña de azúcar.

Se destaca asimismo la presencia de las abejas cleptoparásitas *E. smaragdina*, *Coelioxys* sp. 1, *Coelioxys* sp. 2, *Nesosphcodes* sp. y *Temnomoma* sp., tanto en las franjas de vegetación como en los fragmentos de bosque. Este grupo ha sido considerado indicador de la comunidad de abejas, al ser más vulnerable a los cambios ambientales que las abejas generalistas, ya que requiere de una abeja hospedera específica para invadir el nido y poner sus huevos (Sheffield et al., 2013).

Visitas florales

Se identificaron 25 especies de plantas visitadas por abejas, en su mayoría plantas nativas arbóreas, arbustivas y herbáceas. Se destaca *A. albotomentosa*, que fue visitada por nueve especies de abejas de la familia Halictidae. El género *Alternanthera* es un recurso floral para las abejas sin aguijón (Vit, Pedro & Roubik, 2012; Nates, 2016; Garzón, 2019) y un

recurso de néctar extrafloral para otros insectos benéficos como la avispa parasitoide *Amitus fuscipennis* MacGown y Nebeker (Hymenoptera: Platygasteridae) (Hernández, Otero & Manzano 2013). En particular, *A. albotomentosa*, hierba nativa de los bosques secos tropicales de Colombia (Pizano & García, 2014), ha sido reportada como recurso floral para las abejas melíferas (Tejeda et al., 2020) y para la abeja sin aguijón *Nannotrigona mellaria* Smith (Martínez & Otero, 2019). De hecho, en las áreas naturales junto a los cultivos de caña de azúcar en el valle del río Cauca se ha promovido la propagación de esta especie de planta, pues ofrece recursos florales a la mosca *Genea jaynesi* (Diptera: Tachinidae), principal parasitoide silvestre y nativo del complejo *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae), plaga de la caña de azúcar (Vargas et al., 2018). Este estudio contribuye al conocimiento de *A. albotomentosa* para su conservación y propagación en las áreas naturales del agropaisaje de caña, ya que es una especie clave como recurso floral para las abejas de la familia Halictidae y potencial para las abejas sin aguijón.

Por otra parte, se observaron especies de abejas como *Lasioglossum* sp. 1, *A. mellifera* y *N. pilosa* que visitaron flores de diferentes especies de plantas (hasta seis especies). Por el contrario, *Paratetrapedia calcarata* (Apidae: Tapinotaspidini) visitó constantemente una sola especie de planta, el arbusto *Justicia* cf. *carthagenensis* (Acanthaceae), nativo del BST y considerado una especie de sucesión tardía (Vargas, 2012). El género *Paratetrapedia* se conoce por especializarse en la recolección de aceites florales para provisionar a sus larvas (Michener, 2007). En este estudio, además de hembras, se observaron numerosos machos visitando esa planta en el fragmento del bosque de El Medio. Es posible que la interacción entre *Paratetrapedia* sp. 1 y *Justicia* cf. *carthagenensis* involucre una relación de cortejo o apareamiento de las abejas asociadas a esa planta. De hecho, Etl et al. (2017) describieron un nuevo sistema de polinización que involucra a los machos de *Paratetrapedia chocoensis* (Apidae, Tapinotaspidini) que recolectan volátiles poco comunes de *Anthurium acutifolium* (Araceae). Los autores sugieren que estos volátiles son usados en defensa de machos, cortejo o

como conducta de apareamiento. A futuro, sería importante evaluar la relación de *Paratetrapedia calcarata* y *Justicia* cf. *carthagenensis*, pues de existir una relación mutualista, estas abejas serían vulnerables a una extinción local debido a la alta fragmentación de las áreas naturales en el agropaisaje de caña de azúcar del valle del río Cauca.

Conclusiones

Se presenta el primer reporte de la melitofauna en el agropaisaje de caña de azúcar en el valle del río Cauca. A pesar de la alta intervención del agropaisaje, las áreas naturales brindan recursos florales indispensables para sostener las 38 especies de abejas y juegan un papel fundamental como hábitat para estas especies. Por lo tanto, las áreas naturales son reservorios de la melitofauna en el agropaisaje de caña de azúcar, comprobándose la hipótesis planteada.

De las plantas visitadas por las abejas, se propone a la herbácea *Alternanthera albotomentosa* como recurso floral clave para las abejas de la familia Halictidae y potencial para las abejas sin aguijón. Se recomienda incluirla en programas de restauración ecológica en el agropaisaje estudiado para garantizar la conservación de estos grupos de abejas. Adicionalmente, se recomienda preservar otras especies herbáceas con flores en las áreas naturales o sitios no cultivados, que no presenten riesgos para el cultivo, ya que son fuente de alimento para la melitofauna del agropaisaje.

Se recomienda estudiar más profundamente la relación entre la abeja *Paratetrapedia calcarata* y la planta *Justicia* cf. *carthagenensis*, pues de existir una relación mutualista entre las dos especies basada en la utilización de aceites, esta interacción las hace más vulnerables a la extinción local debido a la alta fragmentación del BST en el agropaisaje de caña del valle del río Cauca.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Proyecto Caña

Biodiversa 010529) y al equipo de entomología por todos los aportes a esta investigación; a la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira (Hermes 52275), y a las estudiantes de Ingeniería Agronómica Danny Rodríguez, Sirley Ahumada y Karen Ocampo vinculadas al proyecto; a Gustavo Álvarez por la identificación botánica; a los Ingenios Providencia, Riopaila-Castilla y Mayagüez y a las Haciendas el Hatico, el Medio y Lucerna; al profesor Rodulfo Ospina, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por su asesoría; al equipo del Laboratorio de Abejas de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (LABUN); y especialmente a Diego Guevara, por su ayuda con la identificación de las abejas.

Referencias

- Aguilar-Sierra, C. I., & Smith-Pardo, A. H. (2009). Bees visiting *Mimosa pigra* L. (Mimosaceae): Foraging behavior and pollen loads. *Acta Biológica Colombiana*, 14(1), 109-120.
- Alonso-Alarcón, E., Nates-Parra, G., & Torres-Londoño, P. (2018). *Las abejas silvestres en cultivos de palma africana en Villanueva-Casanare, una aproximación a su diversidad y abundancia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Araújo, E. D., Costa, M., Chaud-Netto, J., & Fowler, H. G. (2004). Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. *Braz. J. Biol.*, 64(3b), 563-568. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842004000400003>
- Arcila, A. M., Valderrama, C., & Chacón, P. (2012). Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 86-101. <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/264>
- Asocaña. (2021). *Informe anual 2020-2021*. Asocaña.
- Basu, P., Kumar, A., Chatterjee, S., Dutta, A., Chakraborty, P., Roberts, S., & Smith, B. (2016). Scale dependent drivers of wild bee diversity in

- tropical heterogeneous agricultural landscapes. *Ecology and Evolution*, 6(19), 6983-6992. <https://doi.org/10.1002/ece3.2360>
- Cane, J. H., Minckley, R. L., Kervin, L. J., Roulston, T. H., & Williams, N. M. (2006). Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. *Ecological Applications*, 16(2), 632-644. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[0632:crwadb\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[0632:crwadb]2.0.co;2)
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. (2017). *Manual de reconocimiento de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar.
- Cepeda, J., Sabogal, A., & León, T. (2009). Aproximación Comparativa a la diversidad de arañas y coleópteros en cultivos de café bajo manejo convencional y orgánico. *Revista Brasileira de Agroecología*, 4(2), 2063-2066.
- Chacón de Ulloa, P., Osorio-García, A. M., Achury, R., & Bermúdez-Riva, C. (2012). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque seco Tropical (Bs-T) de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 165-181. <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/266>
- Engel, M. S. (2022). Notes on South American stingless bees of the genus *Scaptotrigona* (Hymenoptera: Apidae), Part III: A revised infrageneric classification and new species. *Journal of Melittology*, 110, 1-51. <https://doi.org/10.17161/jom.i112.18128>
- Etl, F., Franschitz, A., Aguiar, A., Schönenberger, J., & Dötterl S. (2017). A perfume-collecting male oil bee? Evidences of a novel pollination system involving *Anthurium acutifolium* (Araceae) and *Paratetrapedia chochoensis* (Apidae, Tapinotaspidini). *Flora*, 232, 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.02.020>
- Fernández, D., & Zambrano, G. (2011). Abejas silvestres como estrategia de monitoreo de restauración ecológica en tres veredas del corregimiento La Gallera (Tambo, Cauca), zona de amortiguación del Parque nacional natural Munchique (PNNM). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 15(1), 51-59. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/bol-etincientifico/article/view/4422>
- Ferreira, M. G., Rezende, A. C. C., Absy, M. L., Correia, F., & Da Silva, C. (2019). First pollen record for *Ancyloscelis apiformes* (Apidae: Emphorini) in Central Amazon. *Grana*, 58(6), 462-471. <https://doi.org/10.1080/00173134.2019.1664627>
- Flórez, N., Maldonado, J. D., Ospina, R., Ayala-Barajas, R., Guevara, D. A., & Nates-Parra, G. (2023). *Guía y clave ilustrada para las obreras de los géneros de Meliponini*. Universidad Nacional de Colombia.
- Garzón, L. N. (2019). *Determinación del origen botánico y análisis de la interacción planta-abeja en especies de meliponinos en un sistema agroforestal (La Mesa, Cundinamarca)* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible., Diversidad y estabilidad del agropaisaje*. CATIE.
- González, V. H., & Engel, M. S. (2004). The Tropical Andean Bee Fauna (Insecta: Hymenoptera: Apoidea), with Examples from Colombia. *Entomologische Abhandlungen*, 62(1), 65-75.
- Greenleaf, S. S., Williams, N. M., Winfree, R., & Kremen, C. (2007). Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia*, 153(3), 589-596. <https://doi.org/10.1007/s00442-007-0752-9>
- Gutiérrez-Chacón, C., Valderrama, C., & Klein, A. M. (2019). Biological corridors as important habitat structures for maintaining bees in a tropical fragmented landscape. *Journal of Insect Conservation*, 24, 187-197. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00205-2>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica*, 4(1), 1-9.

- Hanson, P., Fernández, M., Lobo, J., Frankie, G., Coville, R., Aguilar, I., Acuña, M., & Herrera, E. (2021). *Abejas de Costa Rica*. Editorial UCR.
- Hernández, L. M., Otero, J. T., & Manzano, M. R. (2013). Biological control of the greenhouse whitefly by *Amitus fuscipennis*: Understanding the role of extrafloral nectaries from crop and non-crop vegetation. *Biological Control*, 67(2), 227-234. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.08.003>
- Jaramillo, J., Ospina, R., & González, V. H. (2019). Stingless bees of the genus *Nannotrigona* Cockerell (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in Colombia. *Zootaxa*, 4706(2), 349-365. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4706.2.8>
- Machado, I. C., & Lopes, A. V. (2021). Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany*, 94(3), 365-376. <https://doi.org/10.1093/aob/mch152>
- Martínez, S., & Otero, J. (2019). Polen recolectado por *Nannotrigona mellaria* (Apidae: Meliponini) en dos ambientes urbanos (Valle del Cauca-Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 23(2), 176-161. <https://doi.org/10.17151/bccm.2019.23.2.7>
- Michener, C. D. (2007). *The Bees of the world*. The Johns Hopkins University Press.
- Nates-Parra, G. (Ed.). (2016). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores: abejas ICPA*. Universidad Nacional de Colombia.
- Pizano, C., & García, H. (Eds.) (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/9333>
- Rivera, C. C., Naranjo, L. G., & Duque, A. M. (2007). *De María a un mar de caña, Imaginarios de naturaleza en la transformación del paisaje vallecaucano entre 1950 y 1970*. Universidad Autónoma de Occidente. <http://hdl.handle.net/10614/23>
- Rivera-Pedroza, L. F., Escobar, F., Philpott, S. M., & Armbricht, I. (2019). The role of natural vegetation strips in sugarcane monocultures: Ant and bird functional diversity responses. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 284. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106603>
- Sánchez, J. A., Carrasco, A., Spina, M., Pérez-Marcos, M., & Ortiz-Sánchez, F. J. (2020). How bees respond differently to field margins of shrubby and herbaceous plants in intensive agricultural crops of the mediterranean area. *Insects*, 11(1), 15-23. <https://doi.org/10.3390/insects11010026>
- Sepúlveda-Cano, P. A., Smith-Pardo, A. H., & Hoyos S., R. A. (2017). Efecto del arreglo espacial del agroecosistema sobre la diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) en Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(1). <https://doi.org/10.25100/socolen.v43i1.6650>
- Sheffield, C. S., Pindar, A., Packer, L., & Kevan P. G. (2013). The potential of cleptoparasitic bees as indicator taxa for assessing bee communities. *Apidologie*, 44(5), 501-510. <https://doi.org/10.1007/s13592-013-0200-2>
- Silveira, F. A., Melo, G., & Almeida, E. A. B. (2002). *Abelhas brasileiras: sistemática e identificação*. Ministério do Meio Ambiente, Fundação Araucária.
- Sint, D. & Traugott, M. (2016). Food Web Designer: a flexible tool to visualize interaction networks. *Journal of Pest Science*, 89(1), 1-5. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0686-7>
- Smith-Pardo, A., & González, V. H. (2007). Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. *Acta Biológica Colombiana*, 12(1), 43-55. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/27170/0>
- Tejeda-Rico, G., González, S., Miranda, K., Palmera, K., Carbonó, E., & Sepúlveda-Cano, P. (2020). Flora con potencial apícola asociada a plantaciones orgánicas de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en el departamento del Magdalena. *Revista Palmas*, 40(4), 13-28. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12906>

- Vargas, W. (2012). Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana*, 13(2), 102-163. <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/265>
- Vargas, G., Lastra, L. A., Ramirez, G. D., & Solis, M. A. (2018). The *Diatraea* complex (Lepidoptera: Crambidae) in Colombia's Cauca River Valley: making a case for the geographically localized approach. *Neotropical Entomology*, 47, 395-402. <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0555-6>
- Thompson, H., Schneider, C., Maus, C., Camata, C., & Wolff, C. (2020). Prevalence and abundance of bees visiting major conventionally-managed agricultural crops in Brazil. *Journal of Apicultural Research*, 59(2), 246-260. <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1655132>
- Vit, P., Pedro, S. R. M., & Roubik, D. W. (2012). *Pot-Honey: A legacy of stingless bees*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7>
- Winfree, R., Aguilar, R., Vásquez, D., Lebuhn, G., & Aizen, M. (2009). A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. *Ecology*, 90(8), 2068-2076. <https://doi.org/10.1007/BF00333623>

Anexo 1. Plantas visitadas por las abejas en las franjas de vegetación y fragmentos de bosque en el agropaisaje de caña.

Nombre común	Especie	Familia	Hábito	Origen	Abejas visitantes
Justicia	<i>Justicia cf. carthagenensis</i>	Acanthaceae	H	N	<i>Paratetrapedia calcarata</i>
Ojo de poeta	<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Acanthaceae	T	Nz	<i>Apis mellifera</i> <i>Nannotrigona pilosa</i> <i>Eulaema</i> sp.
Botoncillo	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess.	Amaranthaceae	H	Nz	<i>Augochlora</i> sp. 6 <i>Augochlora</i> sp. 8 <i>Augochlora</i> sp. 9 <i>Augochlorella</i> sp. <i>Augochloriopsis</i> sp. <i>Caenoaugochlora</i> sp. <i>Lassioglossum</i> sp. 1 <i>Pereirapis semiaurata</i> <i>Temnosoma</i> sp.
Botoncillo dorado	<i>Acmella ciliata</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	H	N	<i>Lassioglossum</i> sp. 1
Barquito	<i>Lagascea mollis</i> Cav.	Asteraceae	H	N	<i>Lassioglossum</i> sp. 1
Cerbatana	<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H. Rob.	Asteraceae	T	N	<i>Lassioglossum</i> sp. 1
Chilca verde	<i>Baccharis cf. latifolia</i>	Asteraceae	A	N	<i>Lassioglossum</i> sp. 1
Cadillo	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	H	Ad	<i>Augochlora</i> sp. 1
Vernonia morada	<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H. Rob.	Asteraceae	H	Ad	<i>Paratetrapedia moesta</i>
Oreja de alce	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Asteraceae	H	Ad	<i>Augochlora</i> sp. 3
Marihuana macho	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Asteraceae	H	N	<i>Nannotrigona pilosa</i>
Lechuga cerraja	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	H	Ad	<i>Nannotrigona pilosa</i>
Mano de Dios	<i>Verbesina turbacensis</i> Kunth	Asteraceae	A	N	<i>Xylocopa lachnea</i>
Bejuco sapo	<i>Funistrum clausum</i> (Jacq.) Schltr.	Apocynaceae	T	N	<i>Apis mellifera</i>
Siempre viva	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Commelinaceae	H	N	<i>Augochloriopsis</i> sp.
Archucha	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	T	Ad	<i>Apis mellifera</i>
Zapatico	<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Fabaceae	T	N	<i>Eulaema cingulata</i>
Zarza, dormidera	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	H	N	<i>Apis mellifera</i> <i>Megachile</i> sp. 2
Heliconia	<i>Heliconia latispatha</i> Benth.	Heliconiaceae	H	N	<i>Eulaema cingulata</i>
Heliconia	<i>Heliconia platystachys</i> Baker	Heliconiaceae	H	N	<i>Xylocopa lachnea</i>
Oreja de alce	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	Malvaceae	H	N	<i>Xylocopa lachnea</i> <i>Nannotrigona tristella</i> <i>Anthidielium</i> sp.

Nombre común	Especie	Familia	Hábito	Origen	Abejas visitantes
Escoba	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	Malvaceae	H	N	<i>Nannotrigona tristella</i>
Carmín, coralillo	<i>Rivina humilis</i> L.	Phytolaccaceae	H	N	<i>Lassioglossum</i> sp.1
Hierba mora	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae	A	N	<i>Augochlora</i> sp. 8 <i>Nannotrigona pilosa</i>
Cascarillo	<i>Citharexylum subflavescens</i> S.F.Blake	Verbenaceae	Ar	N	<i>Apis mellifera</i>

Notas. H = hierba, T = trepadora, A = arbusto, Ar = árbol, N = nativa, Nz = naturalizada, Ad = adventicia.