

Campus universitario: hábitat de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en medio del agropaisaje cañero

Danny Maritza Rodríguez-Rojas¹, Sirley Ahumada-L.², Antonella Sardi-Saavedra³ y Maria R. Manzano⁴

Resumen

La agricultura intensiva ha transformado los ambientes naturales y ha afectado la biodiversidad por lo que se requiere identificar hábitats que contribuyan a la conservación de grupos sensibles como son los polinizadores silvestres. En este sentido, se determinó la importancia del campus de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, inmerso en el agropaisaje de caña de azúcar, como sitio de nidificación de abejas silvestres sin aguijón (Apidae: Meliponini). Se realizaron recorridos por el campus desde julio de 2021 hasta junio de 2022, se buscaron los nidos presentes en árboles, edificaciones y en el suelo. Con una red entomológica se capturaron abejas en la entrada de los nidos. Se encontraron las especies *Nannotrigona pilosa* con 22 nidos, *Tetragonisca angustula* con 19 nidos y *Nannotrigona tristella* con 18 nidos. Los nidos se encontraron en 11 especies de árboles y de la mayor cantidad (33 nidos), chiminango (*Pithecellobium dulce*) tuvo la mayor representatividad. En edificaciones se encontraron (19 nidos), un tractor monumento (seis nidos) y uno en un nido trampa de abejas. La forma y ubicación de los nidos varió según la especie de abeja; *N. tristella* presentó nidos con entradas de mayor longitud promedio (13,9 cm) y ubicados a mayor altura promedio (3 m) mientras que *T. angustula* los nidos de menor perímetro promedio (2,8 cm).

El campus universitario permite la nidificación de tres de las aproximadamente 55 especies de abejas Meliponini reportadas para el Valle del Cauca, Colombia. *N. tristella* solo nidificó en árboles lo que indica que es una especie sensible a la deforestación. Estudios futuros deben establecer el papel de este campus universitario como fuente de recursos alimenticios para las abejas estudiadas para una mejor comprensión de su contribución en la conservación de este grupo de polinizadores silvestres.

Palabras clave: Hábitat, Árbol, Sustrato, Nido, Polinizador, *Nannotrigona*, *Tetragonisca*.

*FR: 10-IV-2024. FA:19-III-2025.

¹ Estudiante de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Palmira, Colombia. damrodriguezro@unal.edu.co

 orcid.org/0009-0006-5403-9113 **Google Scholar**

Autor para correspondencia.

² Estudiante de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Palmira, Colombia. sahumada@unal.edu.co

 orcid.org/0009-0002-3062-7018 **Google Scholar**

³ Magíster en Ciencias Agrarias. Departamento de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Palmira, Colombia. asardis@unal.edu.co

 orcid.org/0000-0002-9491-6356 **Google Scholar**

⁴ PhD. Profesora Asociada, Departamento de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Grupo de Investigación Interacciones Tritróficas. Palmira, Colombia. mrmanzanom@unal.edu.co

 orcid.org/0000-0002-0858-2426 **Google Scholar**



CÓMO CITAR:

Rodríguez-Rojas, D. M., Ahumada-L., S., Sardi-Saavedra, A. y Manzano, M. R. (2024). Campus universitario: hábitat de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en medio del agropaisaje cañero. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 28(2), 63-82. <https://doi.org/10.17151/bccm.2024.28.2.4>



University campus: habitat for stingless bees (hymenoptera: apidae: meliponini) in the center of a sugarcane agrolandscape

Abstract

Intensive agriculture has transformed natural environments and has affected biodiversity, hence, it is necessary to identify habitats that contribute to the conservation of sensitive insect groups such as wild pollinators. In this regard, we identified the importance of the Universidad Nacional de Colombia, Palmira campus, which is immersed in the sugarcane agroecosystem, as a nesting site for stingless wild bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). For this, surveys were carried out in the Campus from July 2021 to June 2022, in search for the bee nests in trees, buildings, and on the ground. Bees were captured with an entomological net at the entrance of their nests. As a result, the following stingless bee species were found: *Nannotrigona pilosa* with 22 nests, *Tetragonisca angustula* with 19 nests and *Nannotrigona tristella* with 18 nests. The nests were found in 11 tree species (33 nests, mainly on *Pithecellobium dulce* (Fabaceae), in buildings (19 nests), in a tractor monument (six nests), and in a trap nest (one nest, an artificial structure to attract bees). The shape and location of the nests varied according to the bee species; *N. tristella* build their nests with entrances greater than 13.9 cm in length at about 3 m height or higher, while the nests of *T. angustula* are smaller, each about 2.8 cm in length. The university campus provides nesting sites for three of the approximately 55 species of Meliponini bees reported for the department of Valle del Cauca, Colombia. *Nannotrigona tristella* only nested in trees, indicating that it is a species sensitive to deforestation. Future studies should determine the role of this university campus as a source of food resources for the studied bees for a better understanding of their contribution to the conservation of this group of wild pollinators.

Keywords: Habitat, Tree, Substrate, Nest, Pollinator, *Nannotrigona*, *Tetragonisca*

Introducción

Los paisajes con alta densidad de árboles, menor transformación del paisaje original (bosque) y que ofrezcan potencialmente sitios de nidificación naturales o artificiales (urbano), presentan mayor valor de diversidad biológica para las abejas silvestres sin aguijón (Nates-Parra et al., 2008). La expansión e intensificación de la agricultura son causas de la simplificación del paisaje con la consecuente pérdida de hábitats y biodiversidad (Tscharrntke et al., 2012; Da Silva et al., 2023). La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es un ejemplo de cultivo intensivo del que se obtiene azúcar y etanol y que a nivel global impacta en el ecosistema y conlleva pérdida de la biodiversidad (Semie et al., 2019). El cultivo de la caña de azúcar ha sido una de las causas de la fragmentación del bosque seco tropical (BsT) en Colombia que ha transformado el paisaje en parches de vegetación natural inmersos en una matriz dominada por caña de azúcar (Inclán et al., 2016). Este bosque, de acuerdo

con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1966), tiene una biotemperatura media anual superior a 17°C, precipitación promedio anual que varía entre 250-2.000 mm y la razón entre potencial de evapotranspiración y precipitación es > 1 . En la cuenca alta del río Cauca en Colombia, el BsT se compone de más de 1.600 fragmentos con tamaño promedio de 6,03 ha conectados por guaduales y bosques riparios (Arcila et al., 2012). Estos fragmentos boscosos soportan una mayor diversidad de grupos funcionales de depredadores representados por aves y hormigas que la matriz de caña de azúcar (Rivera-Pedroza et al., 2019), lo cual alerta sobre su necesidad de ser conservados. También se encuentran corredores conectores en áreas urbanas y periurbanas que funcionan como hábitats y fuente de alimento de diversos tipos de fauna, entre la que se encuentran las abejas (Francel et al., 2020).

Los corredores incentivan el tránsito, establecimiento, permanencia y expansión de las abejas (Tillmann, 2005; Francel et al., 2020). Además, muestran un diseño ambiental, paisajístico y urbanístico en donde se integra la arquitectura con la naturaleza (Remolina, 2006). Un claro ejemplo de estos corredores son los campus universitarios, que por su alejamiento moderado de las ciudades y su diseño arquitectónico, donde las edificaciones están dispersas y entre sus separaciones se establecen zonas verdes, y son importantes lugares de refugio y alimentación de múltiples especies como murciélagos (Garcés-Restrepo et al., 2016) y abejas nativas (Martínez et al., 2017; Martínez y Otero, 2019; Francel et al., 2020). Dado que la fragmentación del bosque afecta el servicio ecosistémico de la polinización (Murcia, 1996), el aporte de los campus universitarios como hábitat para las abejas es importante para su conservación (Moreno et al., 2018). Otros estudios han indicado la importancia de los campus universitarios como hábitat y fuente de alimento de varias especies de abejas sin aguijón (Francel et al., 2020).

En el presente estudio se determinó la importancia del campus de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (UNALP) ubicado en el BsT del Valle del Cauca y rodeado de cultivos de caña de azúcar, como hábitat y sitio de anidamiento de abejas de la tribu Meliponini (Hymenoptera: Apidae). Esta tribu agrupa a todas las abejas conocidas como “abejas sin aguijón” con distribución tropical y subtropical. Se caracterizan por tener el aguijón reducido, alas con venación débil o reducida y ojos desnudos (Nates-Parra y Rosso-Londoño, 2016) y tamaño que fluctúa entre 2-15 mm (Nates-Parra, 2001). Para el Neotrópico se estiman 33 géneros con aproximadamente 400 especies de meliponinos, distribuidos desde México hasta Argentina y algunas islas del Caribe, desde 0 hasta 4.000 msnm (Nates-Parra y Rosso-Londoño, 2013). En Colombia se han reportado aproximadamente 120 especies con 14 géneros y 9 subgéneros, distribuidos desde el nivel del mar hasta 3.400 msnm, presentando mayor abundancia entre 500 y 1.500 msnm (Nates-Parra y Rosso-Londoño, 2016). Junto con las abejas de la miel (*Apis mellifera* L.) son las únicas abejas que tienen comportamiento altamente social, por tal razón construyen nidos muy característicos para albergar sus

crías con entradas generalmente conspicuas (Nates-Parra, 2001). Los sustratos de nidificación pueden variar según la especie de Meliponino, pero la gran mayoría utiliza árboles vivos para nidificar (Martínez et al., 2017). Dependiendo de la especie también pueden construir nidos total o parcialmente expuestos, cubiertos, ubicados a diferentes alturas en el sustrato con variación mayormente entre 0 y 1,5 m (Martínez y Otero, 2019) pero también a 12 m (Vergara et al., 1986).

Las abejas sin aguijón toman sus recursos florales principalmente de las plantas que están cerca de sus nidos, siempre que existan recursos abundantes en la zona, de lo contrario forrajean en busca de su alimento (Martínez y Otero, 2019). Presentan hábitos alimenticios generalistas, dado que dependen de la explotación de diversas fuentes florales de polen y néctar (Ramalho, 2004). Esta dependencia hace que sean muy sensibles a la presencia de abejas africanizadas por interferencia entre especies, competencia por recursos, desplazamiento y transmisión de patógenos (Agüero et al., 2018). Igualmente, al uso de plaguicidas y a la desaparición de zonas boscosas (Bonilla-Gómez, 2016).

Dado que el campus de la UNALP representa un área de vegetación conformada por árboles, arbustos y plantas con flores en zonas donde domina la matriz de caña de azúcar, el objetivo del presente trabajo fue identificar las especies de abejas silvestres sin aguijón (Apidae: Meliponini) presentes en el campus y determinar sus hábitos de nidificación (sustratos, altura del nido, largo y perímetro de las piqueras de los nidos). Los resultados contribuirán a establecer la importancia de este campus como hábitat para estas abejas y para la construcción de planes ambientales con fines a su conservación.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el campus de la UNALP, ubicado en el municipio de Palmira, Valle del Cauca (3°30'45" N y 76°18'29.9" W) a 1.001 msnm (Figura 1). El campus se encuentra en la zona de vida del Bosque Seco Tropical BsT según la clasificación de Holdridge (1966) con temperatura media de 24°C, humedad relativa del 77%, y un promedio anual de lluvias de 1.068 mm (Hernández et al., 2014). El campus se ubica a < 50 m de cultivos de caña de azúcar por el oriente y con diversos cultivos cítricos, chontaduro, aguacate, palma de aceite, yuca, batata, plátano, especies nativas forestales, cacao y ají pertenecientes a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). El campus limita hacia el occidente y hacia el norte con construcciones de cemento de la ciudad de Palmira (Figura 1). Tiene un área de 11 ha con diversidad de especies de árboles que comenzaron a sembrarse desde hace más de 40 años, además de plantas ornamentales, herbáceas y arbustivas nativas.

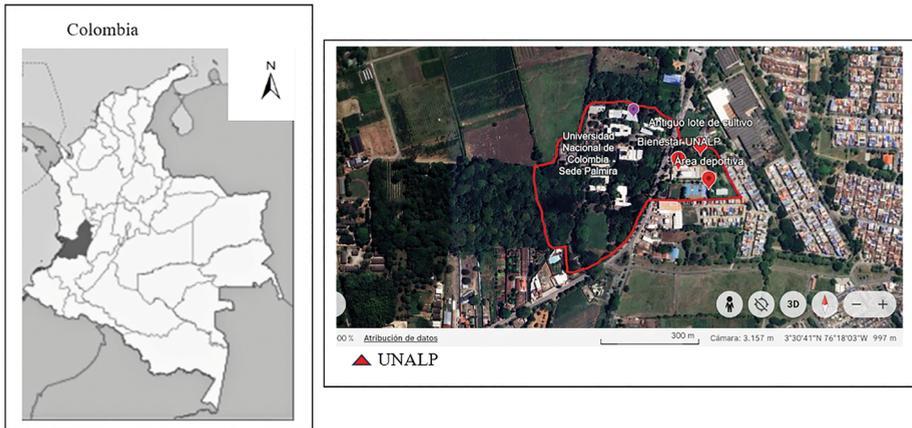


Figura 1. Mapa del campus de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira (UNALP), ubicada en el municipio de Palmira, departamento del Valle del Cauca, Colombia.
Fuente: los autores.

Sustratos y hábitos de nidificación de las abejas sin aguijón

Se buscaron los nidos de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) y se determinaron los sustratos y hábitos de nidificación. Se realizaron 14 recorridos de cuatro horas cada uno, durante 12 meses entre julio de 2021 y junio de 2022 en el campus de la UNALP. Se buscaron nidos en el suelo, árboles, edificaciones, monumentos y se tomaron las coordenadas geográficas de la posición de cada nido con el GPS de un teléfono celular (Motorola XT1724) para posteriormente georreferenciarlos a través del programa Google Earth (2017). Se determinó el diámetro del tronco (DAP) y de la especie de árbol que hospedaba nidos de abejas. Para cada nido se describió su forma y coloración, se determinó la altura desde el nivel del suelo a la que se encontraba el tubo de entrada al nido (m), y con la ayuda de una regla se determinaron la longitud (cm) y el diámetro de la boca del tubo (cm) (Figura 2). Dado que no todos los tubos presentaron una boca redonda se calculó el perímetro (cm). Para los tubos de entrada con boca circulares se utilizó la fórmula $P \approx \pi \cdot d$ y para aquellos con boca elipsoidal se utilizó la fórmula propuesta por Ramanujan, $P \approx \pi [3(a+b) - \sqrt{(3a+b)(a+3b)}]$ (Angulo, 2018).

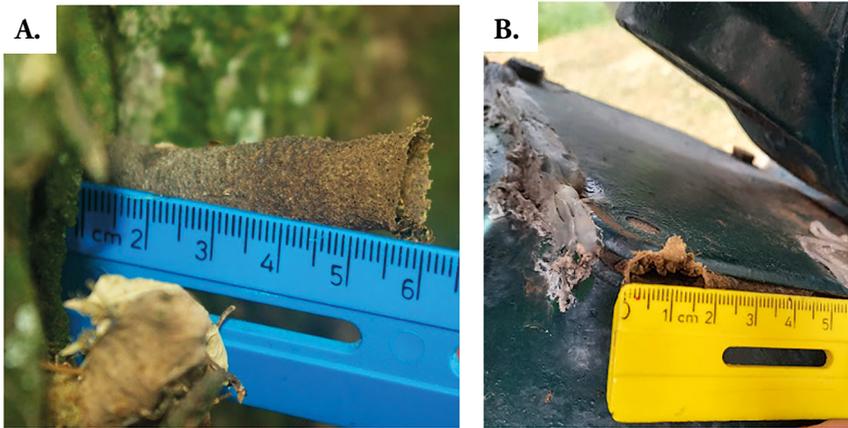


Figura 2. Medición de los nidos de las abejas. **A.** Longitud del tubo de entrada. **B.** Diámetro para calcular el perímetro del tubo de entrada.
Fuente: los autores.

Identificación taxonómica de las abejas y de los árboles

Se capturaron cinco abejas sin aguijón en la entrada de cada nido con la ayuda de jama entomológica (12 cm de diámetro y 26 cm de largo). Para esto, se tapaban las entradas de los tubos con un trozo de servilleta de papel para que las abejas se agruparan alrededor del nido y facilitar su captura. Las abejas se guardaron en microtubos de centrifuga con alcohol al 70% y se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la UNALP.

Para su identificación, se emplearon las claves taxonómicas de Rasmussen y González (2017) y Jaramillo et al. (2019). La identificación fue corroborada por los taxónomos del laboratorio de abejas de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (labun).

La identificación taxonómica de los árboles en los cuales se encontraron nidos de abejas sin aguijón se realizó con la colaboración del Herbario José Cuatrecasas Arumí de la UNALP.

Análisis estadístico

Se determinó la correlación entre el diámetro arbóreo y el número de nidos encontrados mediante el coeficiente de correlación de Spearman dado que los datos de las variables no presentaron una distribución normal.

Se comparó entre especies de abejas sin aguijón la altura a la cual se encontraba el nido (m), el perímetro (cm) y la longitud del tubo de los nidos (cm) mediante Excel 2019 versión 2105 y Past 4.10. Todos los datos se presentan con la media y el

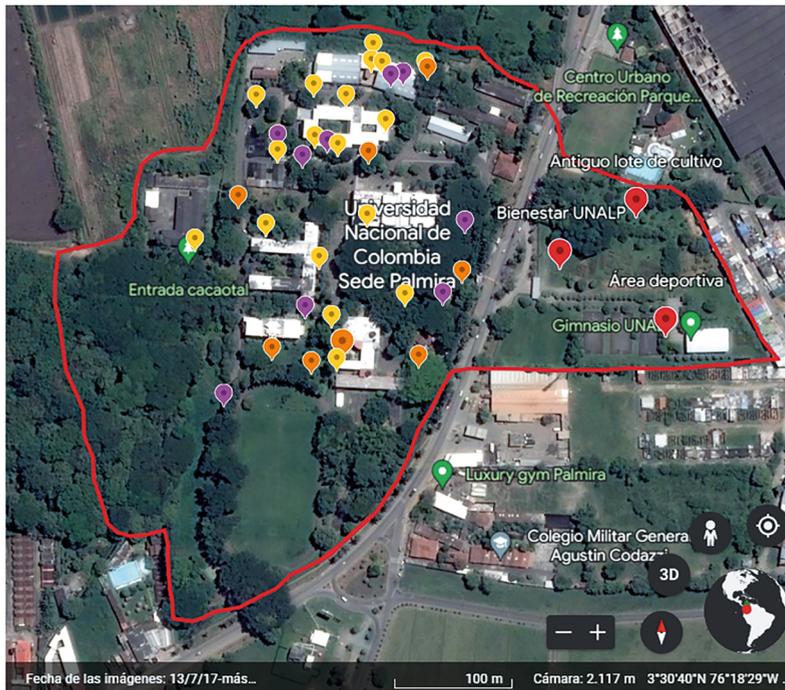
error estándar (EE). Para la especie *N. tristella* solo se tuvo en cuenta el número de nidos, dada la dificultad de acceso para tomar medidas. Para comparar las variables altura del nido (m) y largo del tubo de los nidos (cm) se utilizó la prueba de Tukey post ANOVA ($p < 0,05$). Para comparar el perímetro del tubo (cm) entre especies se utilizó la prueba Mann-Whitney post Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Resultados

Distribución de los nidos

En el campus de la UNALP se encontraron 59 nidos de abejas sin aguijón pertenecientes a los géneros *Nannotrigona* y *Tetragonisca*. Se registraron 22 nidos de *Nannotrigona pilosa* (Jaramillo et al., 2019), 19 nidos de *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811) y 18 nidos de *Nannotrigona tristella* (Cockerell 1922).

Los nidos de las tres especies de abejas se encontraron distribuidos en el campus de la UNALP, con excepción de tres zonas que están desconectadas por la carretera que conduce de Palmira a Candelaria y que incluyen el área deportiva, las instalaciones de Bienestar Universitario y el antiguo lote de cultivos (Figura 3).



Tetragonisca angustula



Nannotrigona pilosa



Nannotrigona tristella

Figura 3. Distribución de nidos de *Tetragonisca angustula*, *Nannotrigona pilosa* y *Nannotrigona tristella* en el campus de la UNALP.
Fuente: los autores.

Sustratos de nidificación

El sustrato en el cual se encontró un mayor número de nidos fue el arbóreo (56%), seguido de las edificaciones (32%), un monumento (tractor 10%) y un nido trampa (botella plástica 2%), instalado en otra época por un grupo de investigadores de orquídeas. El número de nidos por especie encontrados en los diferentes sustratos se presenta en la Figura 4. Se encontraron varios nidos de la misma especie de abeja en el mismo sustrato de nidificación. Por ejemplo, *N. tristella* presentó seis nidos en un mismo árbol y *N. pilosa* seis nidos en el mismo monumento (tractor).

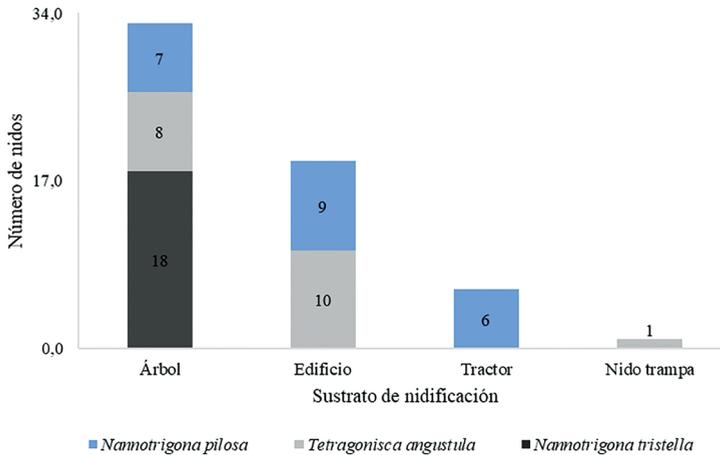


Figura 4. Número de nidos por especie y sustrato de nidificación.
Fuente: los autores.

Con relación a los árboles, se encontraron a 11 especies utilizadas como sustrato de nidificación por los meliponinos (Tabla 1).

Tabla 1. Árboles del campus de la UNALP utilizados como sustrato de nidificación por las abejas sin aguijón.

Nombre común	Nombre científico	Número de árboles	Diámetro promedio (m) (DAP)	Especie de abeja
Almendro	<i>Terminalia catappa</i> L.	1	0,4	Nannotrigona tristella
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> (King 1886)	1	0,7	Nannotrigona tristella
Chiminango	<i>Pithecellobium dulce</i> (Mart. 1837)	5	0,5	Tetragonisca angustula
				Nannotrigona tristella
				Nannotrigona pilosa
Chocho	<i>Adenantha pavonina</i> L.	1	0,4	Nannotrigona tristella
				Nannotrigona pilosa
Falso samán	<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand 1966	2	1,2	Nannotrigona tristella
Samán	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	2	2,2	Tetragonisca angustula
Flor amarillo	<i>Peltophorum pterocarpum</i> (Jacq.) Merr.	2	0,9	Tetragonisca angustula
				Nannotrigona tristella
Pizamo	<i>Erythrina fusca</i> (Lour)	1	0,7	Tetragonisca angustula
Guayacán	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC. (1845)	1	0,7	Tetragonisca angustula
Guayacán amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) Nicholson	1	0,7	Tetragonisca angustula
				Nannotrigona tristella
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	2	0,9	Nannotrigona pilosa
				Nannotrigona tristella

Fuente: los autores.

Se analizó la relación entre el número de nidos y el diámetro arbóreo. Para ello, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman y se encontró que existe correlación negativa entre el diámetro arbóreo y el número de nidos ($p= 0,0015901$; $\rho= -0,67298$).

Los árboles con diámetro promedio de 0,74 m (n=11) y con cavidades fueron los principales sustratos de nidificación y alojaron el 55,9% de los nidos de las abejas sin aguijón. Así, el Chiminango presento el mayor número de nidos (13,6%) y albergo las tres especies de abejas, mientras que solo se hallaron dos nidos en árboles de Samán con mayor DAP (Figura 5).

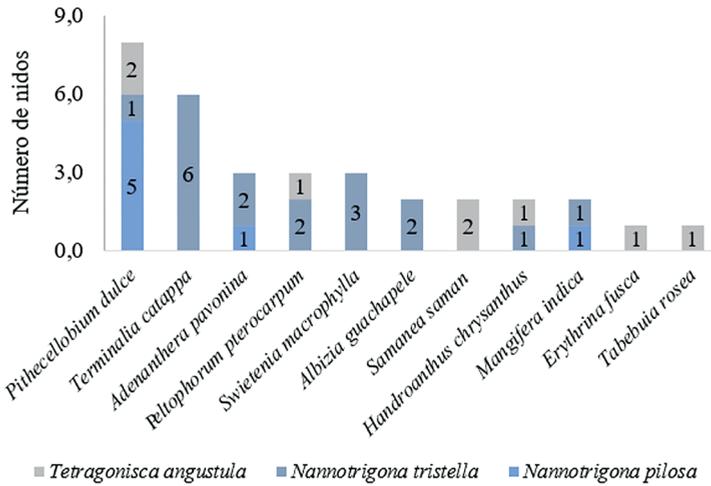


Figura 5. Número de nidos de *Nannotrigona pilosa*, *Nannotrigona tristella* y *Tetragonisca angustula* en árboles utilizados para nidificación.
Fuente: los autores.

Descripción del tubo de entrada de los nidos de las abejas sin aguijón

Se encontró que el tubo de entrada del nido de *N. pilosa* presenta una coloración café, es medianamente porosa y en forma de trompeta. El tubo siempre está construido en dirección vertical, apuntando hacia las hojas de los árboles y se pueden observar abejas guardianas alrededor de la entrada del nido (figuras 6A-B).

Por otro lado, *N. tristella* presenta diferentes coloraciones del tubo de entrada al nido, siendo grisáceo en la base y tornándose marrón hacia la punta, en ocasiones presenta hasta tres tonalidades de colores. En algunos casos las entradas son tubulares, pero en la mayoría de los casos presentan formas más ensanchadas en la base volviéndose tubulares en el centro y reduciéndose en la punta de manera que la boca es de forma ovalada. Los tubos se dirigen hacia el suelo en forma vertical (figuras 6C-D).

En cambio, *T. angustula* se caracteriza porque el tubo es de color amarillo, muy poroso, casi siempre presenta la base ensanchada la cual se estrecha en forma de tubo hacia la

punta, con la boca en forma reducida, tubular o en forma de trompeta. Se pueden encontrar abejas guardianas volando alrededor de la entrada del nido (figuras 6E-F).

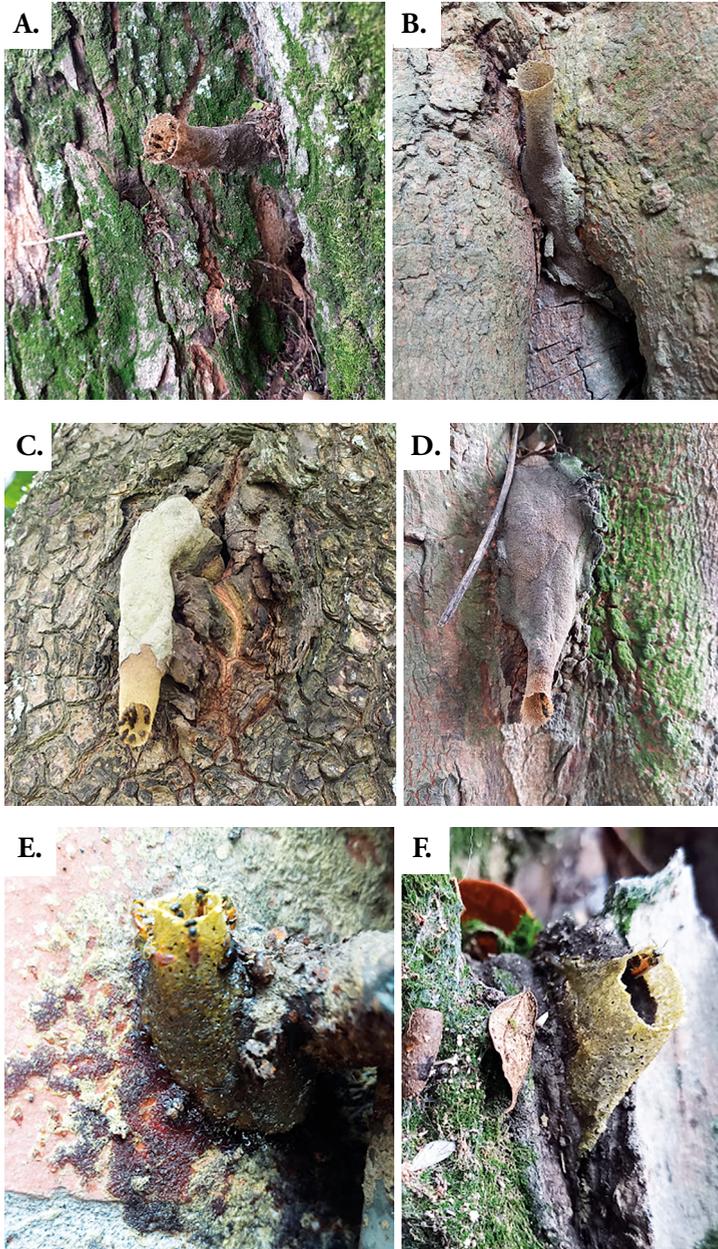


Figura 6. Entradas de los nidos de las especies de abejas sin aguijón. **A-B.** *Nannotrigona pilosa*. **C-D.** *Nannotrigona tristella*. **E-F.** *Tetragonisca angustula*. Fuente: los autores.

Altura de nidificación

La altura a la cual las abejas sin aguijón nidificaban varió entre especies de abejas (Figura 7). *N. tristella* fue la especie con mayor altura de nidificación promedio ($3 \pm 0,4$ m) aunque alcanzó hasta los 6 m, mientras que *T. angustula* presentó la menor altura de nidificación promedio ($1 \pm 0,1$ m). Se encontraron diferencias significativas entre la altura de los nidos ($F= 15,5$; $gl= 32,7$; $p= 1,777E-05$) de las especies, específicamente entre *N. tristella* y *T. angustula* (Tukey, $p= 8,15E-08$) y entre *N. tristella* y *N. pilosa* (Tukey, $p= 1,75E-06$), mientras que no se encontraron diferencias entre *T. angustula* y *N. pilosa* (Tukey, $p= 0,5424$).

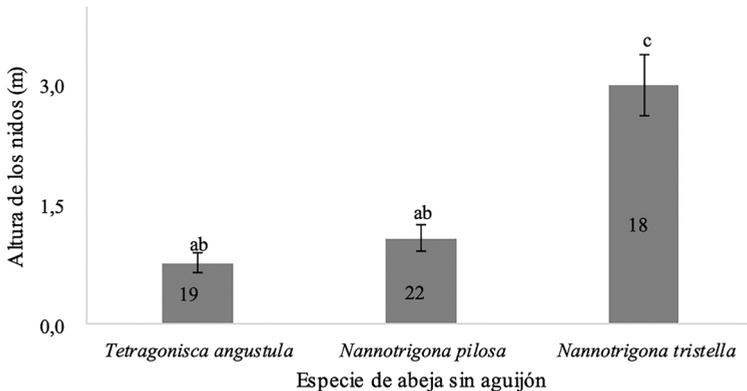


Figura 7. Altura promedio \pm EE (m) del nido por especie de abeja sin aguijón.

Nota. El número de nidos por especie incluidos en el análisis se indican dentro de cada barra. Letras diferentes indican diferencia significativa (ANOVA $p < 0,05$).

Fuente: los autores.

Longitud y perímetro del tubo de entrada al nido

Se encontraron diferencias entre la longitud y el perímetro de la entrada de los nidos entre especies. *N. tristella* fue la especie que presentó mayor longitud promedio en el tubo de entrada de los nidos ($13,9 \pm 2,5$ cm), seguida de *N. pilosa* ($3,7 \pm 0,6$ cm) y de *T. angustula* ($2,6 \pm 0,3$ cm) (Figura 8). Para *N. tristella* se encontraron longitudes de la entrada del nido de hasta 24 cm, en cambio para *N. pilosa* y *T. angustula* la longitud máxima fue de 7 cm. Se encontraron diferencias significativas en la longitud de la entrada de los nidos ($F= 10,94$; $gl= 11,39$; $p= 0,002229$) entre *N. tristella* y *T. angustula* (Tukey, $p= 2,88E-10$) y entre *N. pilosa* y *N. tristella* (Tukey, $p= 4,06E-09$), mientras que entre *T. angustula* y *N. pilosa* no se mostraron diferencias (Tukey, $p= 0,4155$).

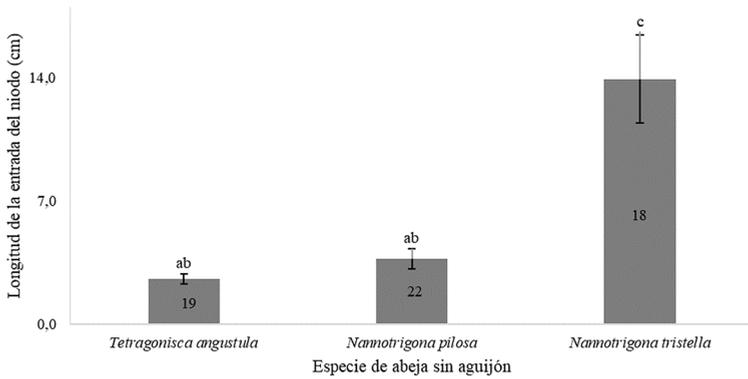


Figura 8. Longitud promedio \pm EE (cm) de la entrada del nido por especie de abeja sin aguijón. **Nota.** El número de nidos por especie incluidos en el análisis se indican dentro de cada barra. Letras diferentes entre especies indican diferencia significativa (ANOVA $p < 0,05$). Fuente: los autores.

N. pilosa fue la especie que presentó mayor perímetro promedio en la entrada del nido ($5,2 \pm 0,3$ cm), seguida de *N. tristella* ($4,3 \pm 0,3$ cm) y de *T. angustula* ($2,8 \pm 0,1$ cm) Figura 9). Se encontraron diferencias significativas entre los perímetros de las entradas de los nidos de las tres especies (Kruskal-Wallis, $H = 20,1$; $p = 0,0000294$) específicamente entre *N. tristella* y *T. angustula* (Mann-Whitney, $p = 0,0002469$), y entre *N. pilosa* y *T. angustula* (Mann-Whitney, $p = 0,00005241$), mientras que entre *N. pilosa* y *N. tristella* no se hallaron diferencias (Mann-Whitney, $p = 0,1647$).

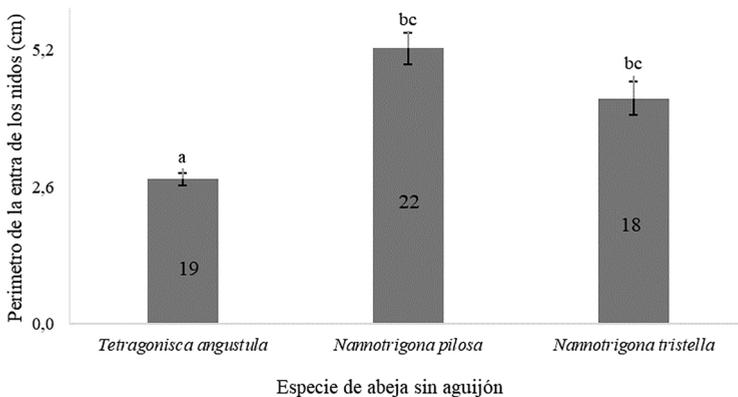


Figura 9. Perímetro promedio \pm EE (cm) de la entrada del nido por especie de abeja sin aguijón. **Nota.** El número de nidos por especie incluidos en el análisis se indican dentro de cada barra. Letras diferentes entre especies indican diferencia significativa (ANOVA $p < 0,05$). Fuente: los autores.

Discusión

El bosque seco tropical (BsT), es una de las formaciones vegetales preferidas por las abejas sin aguijón en Colombia, de la misma manera que el bosque húmedo tropical (BhT) y el bosque muy húmedo premontano (Bh-PM) (Nates-Parra, 2001). Las dos especies de *Nannotrigona* encontradas representan el 25% de especies de este género reportadas para Colombia (Jaramillo et al., 2019) y *T. angustula* es la única especie presente en Colombia de las cuatro especies conocidas para el género. *T. angustula* tiene una amplia distribución en las regiones naturales del país ubicadas entre los 100 y 1.800 msnm (Nates-Parra et al., 2021). En otra zona del BsT del norte de Colombia, en el Parque Regional Los Besotes (Valledupar, Cesar), se encontraron nueve géneros de abejas sin aguijón (Galindo, 2016) que incluyen los dos encontrados en el presente estudio. Estos resultados demuestran la importancia del campus como parche de vegetación del BsT que brinda hábitat a las abejas sin aguijón. El BsT es uno de los ecosistemas más amenazados del país con una relictualidad del 8% respecto a su área de distribución original y una representatividad en las áreas protegidas de tan solo el 5% (Galindo, 2016).

Distribución de los nidos

El campus de la UNALP ofrece sustratos de nidificación para tres especies de abejas, pero dentro del campus mismo no se encontraron nidos en algunas zonas probablemente por perturbación originada por la presencia de una carretera que separa parte del campus y por la construcción de edificios universitarios desde 2019 hasta la fecha que ha producido tala de grandes árboles y aumento del tránsito humano. Las abejas sin aguijón son afectadas por cambios en el entorno natural, como la alteración y destrucción del hábitat, la fragmentación, la deforestación, la competencia con especies exóticas y el cambio climático (Real-Luna et al., 2022).

Se encontraron varios nidos de la misma especie de abeja sin aguijón en el mismo sustrato de nidificación posiblemente porque las abejas poseen rangos de vuelo inferiores a 1.000 m (Nates-Parra et al., 2005), lo cual impide que los enjambres se desplacen en grandes distancias en busca de espacios donde establecerse. Por otro lado, en el momento de la división de familias, la colonia hija mantiene una estrecha relación con la colonia madre donde se presenta el transporte de materiales del nido madre para el hijo, así como el intercambio de obreras que atienden ambos nidos (Nates-Parra et al., 2005). Por lo tanto, es difícil la dispersión a larga distancia por reinas individuales o por enjambres (Michener, 2007). Por ejemplo, Nates-Parra et al. (2005) encontraron en el cementerio de Restrepo (Meta, Colombia) cinco nidos de *N. mellaria* en un segmento de pared de 4 m² y en Santandercito (Cundinamarca, Colombia), en un mismo pabellón de bóvedas 10 nidos de *N. mellaria* separados por distancias entre 0,46 cm y 2 m evidenciando esta característica de agregación.

Sustratos de nidificación

Los troncos de árboles fueron los sustratos preferidos por las abejas para nidificar. Los troncos de los árboles grandes con cavidades en su interior son los principales lugares de nidificación de las abejas sin aguijón (Brown y Albrecht, 2001; Samejima et al., 2004), pero pueden nidificar en casi cualquier cavidad que encuentren disponible, desde el piso o paredes, incluyendo tumbas de cementerios hasta nidos abandonados de *Cerambycidae* (Coleoptera) o nidos vivos de termitas (Blattodea) y hormigas (Hymenoptera: Formicidae) dependiendo de la especie de meliponino (Palacios, 2004). Aunque se halló una cantidad similar de nidos entre especies, se encontró una diferencia entre los tipos de sustratos utilizados para nidificar y, por ejemplo, *N. tristella* solo nidificó en árboles mientras que las otras especies nidificaron en árboles y edificios. Esto podría reflejar una repartición del hábitat para evitar efectos de competencia dado que la ubicación del nido y el sustrato influyen en condiciones como temperatura y humedad experimentada por los individuos dentro del nido (Vickruck y Richards, 2012), pero se requieren estudios más profundos al respecto.

En ambientes urbanos, las abejas silvestres sin aguijón suelen nidificar en estructuras antrópicas (Nates-Parra et al., 2005) siempre que presenten oquedades y exista disponibilidad de alimento alrededor del nido (Francel et al., 2020). Las edificaciones del campus universitario de la UNALP representan una gran alternativa para la construcción de nidos (32% de los nidos) especialmente de *N. pilosa* y *T. angustula*. Resultados comparables se registraron en el campus de la Universidad del Valle Meléndez, donde *Nannotrigona mellaria* fue la abeja más frecuente en las parcelas muestreadas mientras que *T. angustula* se asoció exclusivamente a zonas edificadas (Rodríguez Montoya et al., 2013). En nuestro estudio, *N. pilosa* fue la única especie que nidificó en los tres tipos de sustratos incluyendo el tractor conservado como monumento (10% de sus nidos). Este resultado sugiere menor exigencia de esta especie en sustratos para nidificar, lo cual concuerda con lo encontrado por Francel et al. (2020) quienes encontraron que el género *Nannotrigona* nidificó en sustratos metálicos, concreto y árboles del campus de la Universidad del Tolima, Colombia. Sin embargo, Vergara et al. (1986) reportan lo contrario y encontraron que el género *Nannotrigona* tiende a nidificar en un solo tipo de sustrato. Nuestros resultados mostraron que los árboles fueron el único sustrato de nidificación de *N. tristella*, igual a como lo reportan Gutiérrez-Chacón et al. (2022) en su estudio sobre las abejas de la subcuenca del río Meléndez en el Valle del Cauca, Colombia.

T. angustula fue la única especie encontrada en el nido trampa ubicado anteriormente a este estudio sobre un árbol. Esta especie construye nidos en cualquier agujero en el suelo o en otras estructuras (Morales et al., 1999). Un nido trampa consiste en una botella de plástico cebada con sustancias atractivas para las abejas, como propóleos, miel o cera. Estos nidos trampa son usados con el fin de atraer enjambres de abejas

sin agujijón para posteriormente trasladarlos a meliponarios. Estos últimos, consisten en cajas tecnificadas para la cría de abejas sin agujijón (Oliveira et al., 2012).

Árboles utilizados como sustrato de nidificación y altura de nidificación

El campus de la UNALP presenta familias de árboles propias del BsT como son Fabaceae, Bignoniaceae y Euphorbiaceae, familias propias de este ecosistema (Salazar-Ramírez et al., 2002). La nidificación de las abejas Meliponini en *P. dulce* y *S. saman* indica que la presencia de especies arbóreas nativas en un área urbana es crítica para el sostenimiento de ciertas poblaciones de fauna como las abejas sin agujijón (Torres et al., 2014).

Muchas de estas especies arbóreas probablemente cumplen doble función tanto de sustrato para nidificar como de alimentación, aunque en la presente investigación no se estudió la relación trófica árbol-abeja. La familia Fabaceae es particularmente importante para la alimentación de las abejas porque presenta floración abundante y constante a lo largo del año (Barquero-Elizondo et al., 2019), lo que les proporciona polen y néctar que son los principales recursos alimenticios en Apidae (Martínez y Otero, 2019). Además, les brinda lugar para nidificación como, por ejemplo, *P. dulce* que presenta algunas características morfológicas como la disposición enredada de las ramas, que forma nudos en su base, con corteza ligeramente fisurada con cavidades que facilitan el establecimiento de nidos (Martínez et al., 2017).

Las especies de árboles que las abejas sin agujijón utilizan para establecer sus nidos, en su mayoría son de madera dura, pero se desconocen las razones por las cuales seleccionan una determinada especie de árbol para establecer sus nidos (Barquero-Elizondo et al., 2019.) Aunque no se tiene información sobre la preferencia por alguna especie de árbol para nidificar (Martínez et al., 2017), se sabe que las especies de Meliponini tienen una tendencia natural de aprovechar las especies arbóreas predominantes en su entorno para nidificar (Cab-Baqueiro et al., 2022). Por ejemplo, se ha encontrado que *T. angustula* construye sus nidos en *Quercus oleoides* Sxhltdl. y Cham (encino) que usualmente presenta cavidades originadas posiblemente por factores abióticos que favorecen su nidificación (Barquero-Elizondo et al., 2019).

El diámetro del sustrato arbóreo escogido para nidificar depende del tamaño corporal de las abejas sin agujijón (Antonini y Martins, 2003). Las especies cuyos individuos varían entre tamaño mediano y grande necesitan espacios más amplios para anidar y pueden ocupar espacios estrechos solo reduciendo el tamaño de la colonia (Antonini y Martins, 2003). Por ejemplo, especies de abejas pequeñas (2 mm) puedan anidar en cavidades estrechas de 0,16 cm de diámetro como lianas o raíces aéreas. Por el contrario, especies con mayor tamaño corporal (18 mm) como *Melipona* spp. pueden anidar en cavidades grandes en diámetros arbóreos entre 0,2 y 1,3 m (Antonini y Martins, 2003). Lo anterior concuerda con nuestra investigación en donde se encontró una correlación

entre el diámetro arbóreo y el número de nidos. Este resultado podría deberse a que las especies de abejas encontradas, *N. tristella* y *N. pilosa*, el tamaño corporal varía entre 3-5 mm, y en *T. angustula* el tamaño corporal varía entre 4-5 mm (Nates-Parra, 2006) por lo que son especies de abejas pequeñas.

En nuestro estudio se encontraron alturas diferentes de nidificación según la especie de abeja, *N. tristella* presentó mayor altura de nidificación, aunque no se evidencia diferencia significativa entre *T. angustula* y *N. pilosa*. La nidificación de meliponinos se realiza en la base de árboles a nivel del suelo y hasta 15 m de altura (Vergara et al., 1986; Amaya-Medina, 2021), dependiendo del género y la especie. En este rango, Martínez et al. (2017) reportaron para *N. mellaia* alturas entre 0-8,5 m pero la mayoría ubicados entre 0-1,5 m. Nuestros resultados mostraron que las abejas nidificaron hasta 3 m en promedio, lo que coincide con los resultados de Moreno y Cardozo (2003) para *T. angustula* que prefiere cavidades ubicadas entre 0 y 3 m.

Características del tubo de entrada de los nidos de las abejas sin aguijón

Los nidos de las especies de abejas sin aguijón difieren entre especies, en forma y color (Galán, 2019) dependiendo de la disponibilidad de los materiales utilizados para construirlos (cerumen, resinas y barro) (Moreno y Cardozo, 2003). Las especies de género *Nannotrigona* elongan el tubo de entrada al nido (Amaya-Medina, 2021) y normalmente utilizan cera de colores oscuros para construirlo, y la especie *T. angustula* utiliza cera de color amarillo (Moreno y Cardozo, 2003) lo que concuerda con nuestros resultados.

La entrada del nido de muchas especies es revestida con resina pegajosa que dificulta el acceso de enemigos al nido (Amaya-Medina, 2021). Las tres especies estudiadas, *T. angustula*, *N. pilosa* y *N. tristella*, hacen sus nidos de forma cubierta, o sea protegidos, o dentro de un sustrato con la presencia de un tubo para el acceso al nido que les permite defensa y un mejor funcionamiento de la colonia (Vergara et al., 1986). Para el género *Nannotrigona*, las entradas de los nidos son bastante grandes considerando que son abejas pequeñas (Michener, 2007; Vélez-Ruiz, 2009; Galán, 2019). Para *Nannotrigona* sp., se ha reportado una longitud del tubo de entrada al nido con rangos entre 3,8 y 2,3 cm y un diámetro entre 1,5 y 1,0 cm (Moreno y Cardozo, 2003) Esto coincide con lo encontrado en el presente trabajo para *N. pilosa*, pero difiere de lo encontrado para *N. tristella* porque en nuestro estudio fueron de mayor longitud y por su forma ovalada se midió perímetro. Moreno y Cardozo (2003) encontraron que en el tubo de entrada al nido en *T. angustula* la longitud alcanza los 4 cm. No fue posible comparar la variable perímetro con literatura publicada por otros autores dado que no es una medida utilizada, por lo que se sugiere, para las bocas de nidos de abejas que no son circulares como el caso de *N. tristella*, utilizar la variable perímetro.

Conclusiones

En el campus de la UNALP se encontraron tres especies de abejas meliponinas: *Nannotrigona pilosa*, *Nannotrigona tristella* y *Tetragonisca angustula*. Este número de especies es representativo dado que en Colombia se reportan ocho especies del género *Nannotrigona* y una del género *Tetragonisca* (Jaramillo et al., 2019; Nates-Parra et al., 2021). Este campus, ubicado en el BsT, puede considerarse como un lugar relevante para la conservación de la biodiversidad de polinizadores nativos gracias a su diversidad florística y a su arquitectura.

N. tristella construyó sus nidos solo en árboles. Por el contrario, *N. pilosa* y *T. angustula* construyen los nidos tanto en árboles como en otros sustratos.

Los árboles con mayor cantidad de nidos son los que presentan cavidades en su interior como *Pithecellobium dulce*. Un mismo sustrato puede servir para la construcción de varios nidos de la misma especie de abeja, encontrándose hasta seis nidos en el monumento tractor para el caso de *N. pilosa* y seis para *N. tristella* en un mismo árbol de *Terminalia catappa*.

Estos resultados indican la importancia de la conservación de árboles, ya que estos son los principales sustratos de nidificación para las abejas sin aguijón especialmente para *N. tristella*.

La altura de nidificación, perímetro y largo, coloración de las piqueras de la entrada a los nidos, varió de acuerdo con la especie de abeja sin aguijón, lo cual ayuda a la identificación de la especie de abeja.

Desde el punto de vista práctico, *N. pilosa* y *T. angustula* dada su capacidad de nidificar en varios sustratos serían especies de interés para el establecimiento de meliponarios.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira por su apoyo con la financiación mediante los proyectos Hermes 52275 y Hermes 53563. Al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña) por su contribución mediante el apoyo de Leonardo Rivera y Germán Vargas. De igual forma, al laboratorio de investigación en abejas de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (labun) y a Joanna Jaramillo especialista en meliponinos por su contribución con la rectificación de la identificación de las abejas sin aguijón. Al Herbario José Cuatrecasas Arumí de la UNAL Palmira por su participación en la identificación taxonómica de los árboles. A los revisores anónimos por mejorar la calidad del manuscrito.

Referencias

- Agüero, J. L., Rollin, O., Torretta, J. P., Aizen, M. A., Requier, F. y Garibaldi, L. A. (2018). Impactos de la abeja melífera sobre plantas y abejas silvestres en hábitats naturales. *Ecosistemas*, 27(2), 60-69. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1365>
- Amaya-Medina, J. D. (2021). *Especies vegetales utilizadas por las abejas nativas sin aguijón (Apidae: Meliponini), para la construcción de sus nidos, en el distrito las Mercedes, Atenas, Costa Rica* (tesis de maestría). Universidad Nacional, Costa Rica. <https://acortar.link/LLR90p>
- Angulo, M. (2018). *Análisis histórico Epistemológico del concepto de la Elipse como objeto matemático* (trabajo de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Pereira, Colombia. <https://acortar.link/4109s5>
- Antonini, Y. y Martins, P. (2003). The value of a tree species (*Caryocar brasiliense*) for a stingless bee *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*. *Journal of Insect Conservation*, 7 (2003), 167-174. <https://doi.org/10.1023/A:1027378306119>
- Arcila, A. M., Valderrama, C. y Chacón, P. (2012). Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 86-100. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/264/262>
- Barquero-Elizondo, A. I., Aguilar-Monge, I., Méndez-Cartín, A. L., Hernández-Sánchez, G., Sánchez-Toruño, H., Montero-Flores, W. y Herrera-González, E. (2019). Asociación entre abejas sin aguijón (Apidae, Meliponini) y la flora del bosque seco en la región norte de Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 70-91. <https://doi.org/10.15359/rca.53-1.4>
- Bonilla-Gómez, M. (2016). El servicio ecosistémico de polinización prestado por las abejas. En G. Nares-Parra (Ed.), *Iniciativa Colombiana de Polinizadores Capítulo Abejas* (pp. 41-53). Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia.
- Brown, J. C. y Albrecht, C. (2001). The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography*, 28(5), 623-634. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00583.x>
- Cab-Baqueiro, S., Ferrera-Cerrato, R., Quezada-Euán, J. J. G., Moo-Valle, H. y Vargas-Díaz, A. A. (2022). Sustratos de nidificación y densidad de nidos de abejas sin aguijón en la reserva de la biósfera de los Petenes, México. *Acta Biológica Colombiana*, 27(1), 61-69. <https://doi.org/10.15444/abc.v27n1.88381>
- Da Silva, K. C., Tabarelli, M. y Vieira, I. C. (2023). Oil palm plantations in an aging agricultural landscape in the eastern Amazon: Pushing Amazon forests farther from biodiversity-friendly landscapes. *Biological Conservation*, 283(110095), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110095>
- Francel, A. E., Moreno-Elcure, F. A. y Vargas, H. C. (2020). Análisis del hábitat de abejas sin aguijón en construcciones asociadas al concepto arquitectónico campus, caso Universidad del Tolima, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 32(5), 1-24. <http://www.lrrd.org/lrrd32/5/famor32080.html>
- Galán, D. E. (2019). *Diversidad y nidificación de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponinae) en dos comunidades vegetales en el parque ecoturístico Tehuacán, El Salvador* (trabajo de grado). Universidad de El Salvador, Ciudad Universitaria. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20369/1/19201137.pdf>
- Galindo, M. A. (2016). *Diversidad de abejas silvestres aspecto polínico en bosque seco tropical del Parque Regional - Los Besotes, Valledupar - Cesar, Colombia* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80317>
- Garcés-Restrepo, M. F., Giraldo, A., López, C. y Ospina-Reina, N. F. (2016). Diversidad de murciélagos del campus Meléndez de la Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20(1), 116-125. <http://doi.org/10.17151/bbcm.2016.20.1.9>
- Gutiérrez-Chacón, C., Vélez, D. y González, V. H. (2022). *Abejas de la subcuenca del río Meléndez, Valle del Cauca, Colombia*. Wildlife Conservation Society.
- Hernández, D., Mateus, D. y Orduz-Rodríguez, J. O. (2014). Características climáticas y balance hídrico de la lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en cinco localidades productoras de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Horticolas*, 8(2), 217-229. <https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i2.3215>
- Holdridge, L. R. (1966). *The Life Zone System*. Adansonia VI.
- Inclán, D. J., Dainese, M., Cerretti, P., Paniccia, D. y Marini, L. (2016). Spillover of tachinids and hoverflies from different field margins. *Basic and Applied Ecology*, 17(1), 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.08.005>
- Jaramillo, J., Ospina, R. y 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>
- Martínez, S. y Otero, J. T. (2019). Polen recolectado por *Nannotrigona mellaria* (Apidae: Meliponini) en dos ambientes urbanos (Valle del Cauca - Colombia). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 23(2), 146-161. <https://doi.org/10.17151/bbcm.2019.23.2.7>
- Martínez, S., Soto, E. A., Sandoval, S. y Otero, J. T. (2017). Distribución espacial y hábitos de nidificación de *Nannotrigona mellaria* (Apidae: Meliponini) en una localidad de Cali (Colombia). *Acta Zoológica Mexicana*, 33(2), 161-168. <https://acortar.link/KumeXT>
- Michener, C. D. (2007). *The Bees of the world*. The Johns Hopkins University Press.
- Morales, G., Botero, N. y García, I. (1999). Observaciones sobre algunos comportamientos de *Trigona (Tetragonisca) angustula*. Illiger (Hym. Apidae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 5(2), 721-732. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/36262>
- Moreno, F. A. y Cardozo, A. F. (2003). Técnicas de campo para localizar y reconocer abejas sin aguijón (Meliponinae). *Livestock Research for Rural Development*, 15(2). <http://www.lrrd.org/lrrd15/2/more152.htm>
- Moreno, R., Vélez-Velandia, D., Gómez-Hoyos, A. J., Higuera-Díaz, D., Carvajal-González, J., López-Vargas, C. M. y Melo, D. (2018). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Murcia, C. (1996). Forest fragmentation and the pollination of Neotropical plants. En J. Schelhas y R. S. Greenberg (Eds.), *In Forest Patches in Tropical Landscapes* (pp. 19-36). Island Press.
- Nates-Parra, G. (2001). Las Abejas sin Aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2(3), 233-248. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49120302>
- Nates-Parra, G., Brochero, H., García-Morantes, J. L., Velásquez-Molano, M. X. y Hernández-Contreras, D. A. (2021). La abeja angelita *Tetragonisca angustula*: biología, ecología, genética y potencial mercado de su miel en Colombia. En H. Brochero (Ed.), *La abeja angelita Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) (pp. 17-25). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias Centro Editorial.

- Nates-Parra, G., Palacios, E. y Parra, A. (2008). Efecto del cambio del paisaje en la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae) en Meta, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1295-1308. <https://acortar.link/jvDwH2>
- Nates-Parra, G., Rodríguez-C., Á. y Vélez, E. (2005). Abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en cementerios de la cordillera oriental de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11(1), 25-35. <https://acortar.link/njnzHF>
- Nates-Parra, G. y Rosso-Londoño, J. M. (2013). Diversidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Meliponini) utilizadas en meliponicultura en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3), 415-426. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319029232001>
- Nates-Parra, G. y Rosso-Londoño, J. M. (2016). Abejas sin Aguijón (Tribu Meliponini). En G. Nates-Parra (Ed.), *Iniciativa Colombiana de Polinizadores Capítulo Abejas* (pp. 111-120). Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia.
- Oliveira, R. C., Menezes, C., Soares-Edgea, A. E. y Fonseca-Imperatriz, V. L. (2012). Trap-nests for stingless bees (Hymenoptera, Meliponini). *Apidologie*, 44(2013), 29-37. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0152-y>
- Palacios, E. P. (2004). *Estructura de la comunidad de abejas sin aguijón en tres unidades de paisaje del piedemonte llanero colombiano (Meta, Colombia)* (trabajo de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/10554/8630>
- Ramallo, M. (2004). Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Botanica Brasílica*, 18(1), 37-47. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000100005>
- Rasmussen, C. y González, V. H. (2017). The neotropical stingless bee genus *Nannotrigona* Cockerell (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): An illustrated key, notes on the types, and designation of lectotypes. *Zootaxa*, 4299(2), 191-220. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4299.2.2>
- Real-Luna, N., Rivera-Hernández, J. E., Alcántara-Salinas, G., Rojas-Malavasi, G., Morales-Vargas, A. P. y Pérez-Sato, J. A. (2022). Las abejas sin aguijón (Tribu Meliponini) en los agroecosistemas de América Latina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(2), 331-334. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2866>
- Remolina, F. (2006). Propuesta de tipología de corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. *Revista Nodo*, 1(1), 13-20. <https://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/6>
- Rivera-Pedroza, L. F., Escobar, F., Philpott, S. y Armbrrecht, I. (2019). The role of natural vegetation strips in sugarcane monocultures: Ant and bird functional diversity responses. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 284(2019), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106603>
- Rodríguez Montoya, M., Vásquez Lenis, E., y Chacón de Ulloa, P. (2013). Abejas sin aguijón en el campus de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. Memorias IX Coloquio de Insectos Sociales IUSSI Sección Bolivariana. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 14(2), 1-69
- Salazar-Ramírez, M. I., Gómez-Hoyos, N., Vargas-Vargas, W. G., Reyes-Gutiérrez, M., Castillo-Crespo, L. S. y Bolívar-García, W. (2002). *Bosques secos y muy secos del Departamento del Valle del Cauca, Colombia*. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.
- Samejima, H., Marzuki, M., Nagamitsu, T. y Nakasizuka, T. (2004). The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biological Conservation*, 120(2004), 577-587. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.030>
- Semie, T. K., Silalertruksa, T. y Gheewala, S. H. (2019). The impact of sugarcane production on biodiversity related to land use change in Ethiopia. *Global Ecology and Conservation*, 18(e00650), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00650>
- Tillmann, J. E. (2005). Habitat fragmentation and ecological networks in Europe. *Gaia*, 14(2), 119-123. <https://acortar.link/NhSCZB>
- Torres, A. M., Vargas, J. A., Guevara, L., Llano, M., Orrego, J. A., Duque, O. L., Moreno, M. P. y Ruiz, J. M. (2014). Use of *Samanea saman* and *Pithecellobium dulce* (Fabaceae: Mimosoideae) by Birds in the University Botanical Garden, Cali, Colombia. *Revista de Ciencias*, 18(2), 63-78. <https://acortar.link/x2tlj>
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I. ... y Whitbread, A. (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological conservation*, 151(1), 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
- Vélez-Ruiz, R. I. (2009). *Una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia* (tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3354>
- Vergara, C., Villa, A. y Nates-Parra, G. (1986). Nidificación de meliponinos (Hymenoptera: Apidae) de la Región Central de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 34(2), 181-184. <https://revistas.uca.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24222>
- Vickruck, J. L., y Richards, M. H. (2012). Niche partitioning based on nest site selection in the small carpenter bees *Ceratina mikmaqi* and *C. calcarata*. *Animal Behaviour*, 83(4), 1083-1089. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.01.039>