

Polen colectado por *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini) en espacios urbanos de Medellín, Colombia

Brian Steven Alzate Hincapie

Trabajo de grado

Asesora: Camila Martinez Aguillon

Co-Asesor: Enrique Moreno

Co-Asesora: Gabriela Doria

Universidad EAFIT

Medellín

2023

Polen colectado por *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini) en espacios urbanos de Medellín, Colombia

Pollen collected by *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini) in urban spaces of Medellin, Colombia

 Brian Hincapie¹

¹Estudiante del pregrado de Biología, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia

Resumen

Las abejas meliponinas desempeñan un papel esencial en la polinización de plantas. En particular, *Tetragonisca angustula* es común en entornos urbanos y semiurbanos de Colombia. Esta especie recolecta polen de diversas familias de plantas según la disponibilidad de recursos. Este estudio compara la diversidad del polen recolectado por *T. angustula* en colmenas de dos ubicaciones en Medellín: la Universidad EAFIT y el Jardín Botánico “Joaquín Antonio Uribe” de Medellín. Los resultados revelan la influencia significativa de ciertas familias de plantas en la dieta de estas abejas, destacando Bignoniaceae, Fabaceae y Asteraceae en EAFIT, y Moraceae, Myrtaceae y Arecaceae en el Jardín Botánico de Medellín. Esta comprensión es crucial para su conservación y la promoción de la biodiversidad en entornos urbanos, subrayando el papel fundamental de las abejas en la polinización y cómo su manejo sostenible puede contribuir a su preservación en entornos urbanos y la conservación de la biodiversidad en las ciudades.

Palabras clave: Biodiversidad urbana; Conservación; Meliponicultura; Flora local; Abejas meliponinos

Meliponine bees play an essential role in the pollination of plants. In particular, *Tetragonisca angustula* is common in urban and semi-urban environments in Colombia. This species collects pollen from various plant families according to the availability of resources. This study compares the diversity of pollen collected by *T. angustula* in hives at two locations in Medellín: Universidad EAFIT and the Jardín Botánico “Joaquín Antonio Uribe” de Medellín. The results reveal the significant influence of certain plant families in the diet of these bees, highlighting Bignoniaceae, Fabaceae, and Asteraceae at EAFIT, and Moraceae, Myrtaceae, and Arecaceae at the Jardín Botánico de Medellín. This understanding is crucial for their conservation and the promotion of biodiversity in urban environments, emphasizing the fundamental role of bees in pollination and how their sustainable management can contribute to their preservation in urban settings and the conservation of biodiversity in cities.

Keywords: Urban biodiversity; Conservation; Meliponiculture; Local flora; Meliponine bees

Introducción

Las abejas pertenecen al orden Hymenoptera, donde los meliponinos se encuentran en la familia Apidae, subfamilia Apinae y tribu Meliponini (Michener, 2013). La tribu Meliponini está distribuida en áreas tropicales y subtropicales del mundo (Roubik, 1989). Estas abejas desempeñan un papel ecológico vital como polinizadores eficientes, encontrando que entre el 30 y 80% de las especies de plantas tropicales son polinizadas por una o más especies de la tribu Meliponini (Kerr, Carvalho, & Silva, 2001). Estas abejas se encuentran amenazadas por diversas problemáticas como lo son la presencia de abejas africanizadas, uso de pesticidas y la desaparición de zonas boscosas (Parra & González, 2000; Real Luna et al., 2022).

En Colombia hay aproximadamente 120 especies de meliponinos, pertenecientes a 14 géneros y nueve subgéneros, distribuidas desde el nivel del mar hasta los 3400 msnm, concentradas entre los 500 y 1500 m de altitud (Nates-Parra, 2005). Una de las alternativas para su conservación y uso sostenible surge con el término *meliponicultura* utilizado por primera vez en Brasil, donde dicha palabra se refiere al proceso de la cría o cultivo de abejas sin aguijón de la tribu Meliponini (Nogueira Neto, 1997).

La tribu Meliponini junto con *Apis mellifera*, son las únicas abejas que poseen un comportamiento de eusocialidad (altamente social) (Nates-Parra, 2001). Lo que ha permitido que sus nidos puedan transferirse a colmenas tecnificadas (Team & Conservancy, 2020), con el propósito de facilitar la multiplicación y el manejo de las colonias. La incorporación de estas cajas racionales (colmenas) facilita los trabajos en la meliponicultura con el material biológico para actividades como divisiones, monitoreos y manejo de la producción de miel, polen, propóleos y cerumen (Martínez L. & Otero O., 2019).

En ambientes urbanos y semiurbanos de Colombia hay presencia de 14 especies de meliponinos, en siete géneros y que representan cerca del 30 % de las colonias reportadas en el país (Nates-Parra & Rosso-Londoño, 2013). *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), conocida en Colombia como "angelita", es la abeja sin aguijón más cultivada en el país y se reportan 1496 colmenas tecnificadas (Londoño-Carvajal, Núñez, Santos, & Parra, 2020). Encontrándose en todas las regiones naturales por debajo de los 1800 m de altitud (Nates-Parra, 2001), siendo de las especies con más nidificación en lugares urbanizados (Elcure & Cardozo, 1996; Nates-Parra, Rodríguez-C, & Vélez, 2006).

Varios análisis y metaanálisis de insectos polinizadores urbanos muestran que la variable más correlacionada con la salud de los polinizadores es la presencia de flores (Bates et al., 2011; Hennig & Ghazoul, 2012; Cariveau & Winfree, 2015; Hall et al., 2017). Es posible confirmar el origen botánico del polen colectado por las abejas extrayéndolo de las colmenas (Louveaux, Maurizio, & Vorwohl, 1978). Una de las metodologías es analizar el polen que se encuentra en los potes, los cuales son estructuras en los nidos de las abejas sin aguijón, construidos de cerumen con la finalidad de almacenar miel y polen recolectado de las flores (De Novais & Absy, 2013; Adler & Anaya, 2020).

Las abejas realizan este proceso gracias a que han desarrollado estructuras especializadas para cargar y transportar el polen de manera eficiente, llamadas escopas o corbículas (Michener, 2007). Los comportamientos de forrajeo de las abejas cambian dependiendo de las estrategias de cada especie para obtención de recursos, preferencia floral y fenología de las plantas (Ramalho, Kleinert-Giovannini, & Imperatriz-Fonseca, 1989; Ramalho, 2004).

La especie *T. angustula* tiene hábitos polilécticos es decir, que recolectan cantidades significativas de polen de más de tres familias pero que nunca superan el 25 % de las familias disponibles en el ambiente (Cane & Sipes, 2007), demostrando que se adapta a la disponibilidad de alimento (Saravia-Nava, Niemeyer, & Pinto, 2018). En Colombia existen investigaciones donde se utiliza el polen para explicar la relación entre abejas nativas y plantas (Obregón Corredor, 2011; Obregón & Nates-Parra, 2014; Martínez L. & Otero O., 2019).

Este trabajo tiene como objetivo comparar la diversidad del polen recolectado, transportado y almacenado por *Tetragonisca angustula* en colmenas localizadas en dos localidades de la Ciudad de Medellín con características contrastantes de diversidad de plantas, aportando al entendimiento de cómo las plantas en el ambiente pueden afectar la dieta de esta especie de meliponino.

Materiales y Métodos

Sitios de estudio

El estudio se realizó en la ciudad de Medellín, ubicada en el departamento de Antioquia, Colombia, a una altitud de aproximadamente 1495 metros sobre el nivel del mar. Según el **Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM** (2018), su clima es templado-seco, con dos temporadas secas y dos lluviosas durante el año, una temperatura promedio de 21.5 °C y una precipitación anual de 1685 mm. La población de la ciudad es de aproximadamente 2.6 millones de habitantes.

La *Universidad EAFIT*, cuenta con un campus universitario urbano con un tamaño de 14.83 hectáreas donde se han registrado 311 especies de plantas según el último informe de inventario biótico (**Montoya-Duque et al.**, 2022). En el caso de la *Universidad EAFIT*, según su página web el plan de conservación y protección de polinizadores, dispone de 10 colmenas tecnificadas de abejas melíponas. Reportando la presencia de los géneros *Nanotrigona*, *Paratrigona*, y una especie confirmada correspondiente a *Tetragonisca angustula*, con dos colmenas ubicadas en el Meliponario Miguel Ángel Tavera.

La *Fundación Jardín Botánico “Joaquín Antonio Uribe” de Medellín* (JBM), con una extensión de 13.2 hectáreas y que alberga cerca de 1200 especies de plantas según su página web “Colecciones vivas”. En el JBM, según el último informe, se registraron 206 colmenas tecnificadas pertenecientes a los géneros *Nannotrigona*, *Paratrigona*, *Cephalotrigona*, *Tetragonisca*, *Melipona* y *Plebeia*. La especie *Tetragonisca angustula* fue la que presentó el mayor número de colmenas (**Guerra Fonnegra**, 2021).

Toma de muestras

Las muestras corresponden a los granos de polen almacenados en los potes de las colmenas tecnificadas de *Tetragonisca angustula*. Donde se recolectó polen por colmena para un total de 2 muestras por sitio en el 22 de agosto del 2023 para los dos sitios. Los granos de polen fueron extraídos directamente del piso superior de los potes con la ayuda de una paleta esterilizada. Tomándose solamente muestras de los potes que estaban sellados. La selección de los potes con polen fue aleatoria. Las muestras fueron almacenadas en tubos Eppendorf de 1.5 mL con su correspondiente etiqueta para ser pesados previamente hasta un total de 2g por muestra.

Análisis de polen acetolizado y microfotografía

Las muestras de las colmenas tecnificadas siguieron el procedimiento de acetólisis de (**Erdtman & Sarjeant**, 1969) que consiste en una hidrólisis ácida del material polínico, con la cual se degrada la intina y el protoplasma del grano del polen. El polen acetolizado se observó en un portaobjetos donde para la identificación y conteo del polen se utilizó el microscopio óptico (Zeiss – Axiolab 5) en aumentos de 40x y 100x, contabilizando tres portaobjetos o planchas por muestra para un total de 1600 o más granos contados para cada sitio siguiendo la metodología de (**Ohe, Oddo, Piana, Morlot, & Martin**, 2004).

Para la microfotografía fue utilizado un celular Xiaomi Poco X3 con un adaptador al lente del microscopio con el objetivo de mostrar que las características de los granos de polen pueden ser vistas bajo el método de luz normal que está al alcance de cualquier palinólogo. Para el análisis cualitativo se utilizaron las clases de frecuencia de **Louveaux et al.** (1978), modificado según **Moreno, Vit, Aguilar, & Barth** (2023) donde las muestras se clasificaron en: D dominante (>45%), A accesorio (>16-44%), S secundario (>3-15%), M menor (1-3%) y L bajo (<1%).

La identificación de palinomorfos en el estudio, se llevaron a cabo identificaciones de palinomorfos hasta el nivel de familia y género. Solo en los casos en los que se disponía de información que confirmaba la presencia de la planta en la zona y cuando los granos de

polen ya habían sido descritos en investigaciones previas, se realizó la identificación hasta el nivel de especie. Por ejemplo, la familia Anacardiaceae se identificó hasta la especie *Mangifera indica*.

A pesar de contar con una búsqueda previa de literatura sobre el polen presente en la zona, en la mayoría de los casos no fue posible llegar a la identificación a nivel de especie. Esto se debió a que muchos géneros y familias son estenopolínicas (morfología polínica invariable dentro del grupo), lo que complica la identificación precisa. Su identificación o clasificación como morfotipos se realizó con catálogos de (D. Roubik & Moreno, 1991; Mercado-Gómez, Carmona-Duque, Jiménez-Bulla, & Aceituno-Bocanegra, 2015; Giraldo et al., 2022) y guías para identificar polen. Los granos de polen que no pudieron ser identificados se denominaron como palinomorfos. Estos morfotipos también fueron debidamente registrados, descritos y fotografiados como parte del estudio.

Resultados

La comparación del polen encontrado en los potes de las colmenas tecnificadas de *Tetragonisca angustula*, en la Universidad EAFIT con 19 palinomorfos (Tabla 1 y Fig. 1) y el JBM con la presencia de 22 palinomorfos (Tabla 2 y Fig. 2). Con clasificación en categorías de frecuencia según el sistema de Louveaux et al. (1978).

Table 1. Familias y/o géneros de plantas, granos de polen, frecuencia (%) y categorías según las clases de frecuencia (Louveaux et al., 1978) D dominante (>45%), A accesorio (>16-44%), S secundario (>3-15%), M menor (1-3%) y L bajo (<1%). Para *T. angustula* en la Universidad EAFIT.

Palinomorfos	Familias y/o género	Granos de polen	Abundancia relativa	Categorías
1	Acanthaceae	19	1.09	M
2	Arecaceae tipo 1	19	1.09	M
3	Bignoniaceae tipo 1	96	5.50	S
4	Bignoniaceae tipo 2	317	18.16	A
5	<i>Caesalpinia sp.</i>	206	11.80	S
6	<i>Inga sp.</i>	36	2.06	M
7	Meliaceae tipo 1	83	4.75	S
8	Meliaceae tipo 2	98	5.61	S
9	Rubiaceae tipo 1	138	7.90	S
10	Rubiaceae tipo 2	74	4.24	S
11	Sapindaceae	111	6.36	S
12	Asteraceae tipo 1	131	7.50	S
13	Asteraceae tipo 2	98	5.61	S
14	Palinomorfo 14	105	6.01	S
15	Arecaceae tipo 2	35	2.00	M
16	Palinomorfo 16	75	4.30	S
17	Palinomorfo 17	19	1.09	M
18	Asteraceae tipo 3	44	2.52	M
19	<i>Thumbergia sp.</i>	42	2.41	M

Table 2. Familias y/o géneros de plantas, granos de polen, frecuencia (%) y categorías según las clases de frecuencia (Louveaux et al., 1978) D dominante (>45%), A accesorio (>16-44%), S secundario (>3-15%), M menor (1-3%) y L bajo (<1%). Para *T. angustula* en el Jardín Botánico “Joaquín Antonio Uribe” de Medellín.

Palinomorfos	Familias y/o género	Granos de polen	Abundancia relativa	Categorías
1	Malvoideae	23	1.38	M
2	<i>Caesalpinia sp.</i>	83	4.98	S
3	<i>Pachira sp.</i>	23	1.38	M
4	<i>Ochroma sp.</i>	34	2.04	M
5	Moraceae	366	21.98	A
6	Myrtaceae	169	10.15	S
7	Arecaceae	141	8.47	S
8	Asteracea tipo 1	111	6.67	S
9	Bignoniaceae tipo 1	55	3.30	S
10	Palinomorfo 10	45	2.70	M
11	Palinomorfo 11	94	5.65	S
12	Bignoniaceae tipo 2	51	3.06	S
13	Rubiaceae	60	3.60	S
14	Bignoniaceae tipo 3	42	2.52	M
15	Palinomorfo 15	64	3.84	S
16	Palinomorfo 16	18	1.08	M
17	Bignoniaceae tipo 4	37	2.22	M
18	Palinomorfo 18	18	1.08	M
19	Palinomorfo 19	35	2.04	M
20	Asteracea tipo 2	98	5.89	S
21	Palinomorfo 21	106	6.37	S
22	<i>Inga sp.</i>	27	1.62	M

Para la Universidad EAFIT, se observa una diversidad de palinomorfos, destacando las familias como Bignoniaceae (tipo 1 y tipo 2) con un porcentaje de frecuencia considerable (18.16% y 5.50% respectivamente), seguidas por *Caesalpinia sp.* (11.80%), Rubiaceae tipo 1 (7.90%), y Asteraceae tipo 1 (7.50%). La distribución de las frecuencias de las familias de este sitio se clasifica mayormente como secundaria (S) y Bignoniaceae en la clasificación accesorio (A), reflejando la importancia relativa de estas familias y/o especies en la dieta de *T. angustula* en este lugar.

En el JBM se evidencia una diversidad de palinomorfos, donde las familias más frecuentes son Moraceae (21.98%), Myrtaceae (10.15%), Arecaceae (8.47%), y Asteraceae tipo 1 (6.67%). Destaca la presencia de Moraceae como accesorio (A), seguida por varias familias con una frecuencia secundaria (S), lo que sugiere una preferencia marcada por estas familias en la dieta de *T. angustula* en este entorno.

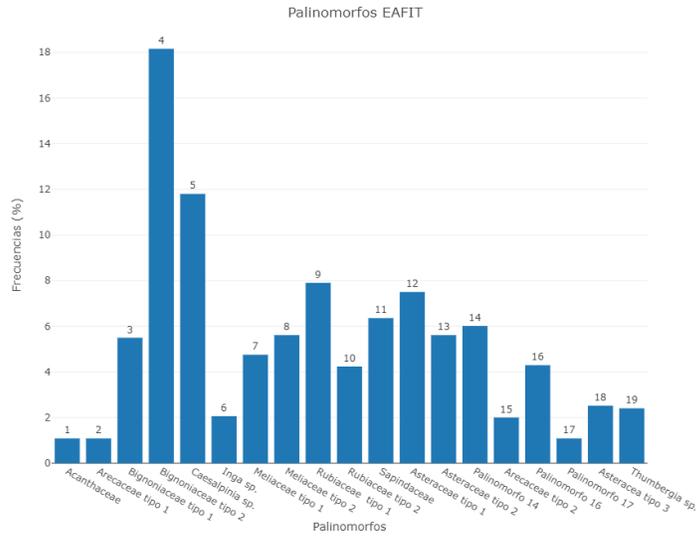


Figura 1. Abundancia relativa de los palinomorfos presentes en el total de las muestras de pots de polen en la Universidad EAFIT.

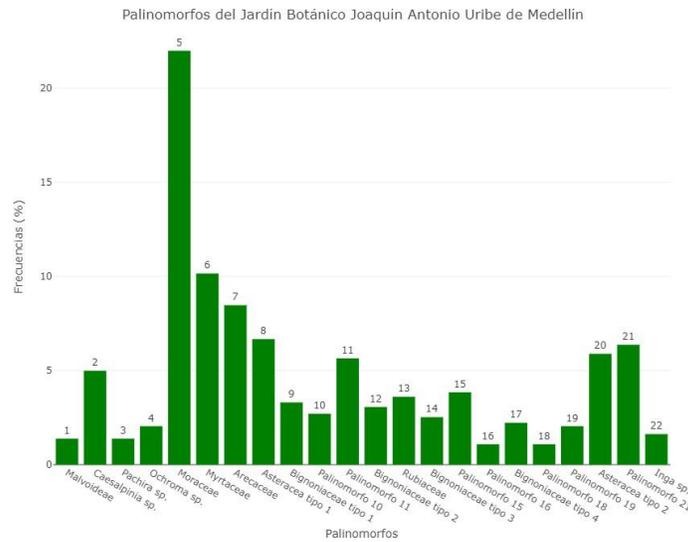


Figura 2. Abundancia relativa de los palinomorfos presentes en el total de las muestras de pots de polen del Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín.

Para proporcionar una visión detallada de las familias de polen presentes en los dos lugares de estudio, se representan que las familias de polen en el JBM más abundantes fueron Moraceae con un 21.98%, Asteraceae con un 12.55%, y Bignoniaceae con un 11.11% (Fig. 3). Mientras que, en la Universidad EAFIT, son Bignoniaceae con un 23.65%, Asteraceae con un 15.63%, y Fabaceae con un 13.86% (Fig. 3).

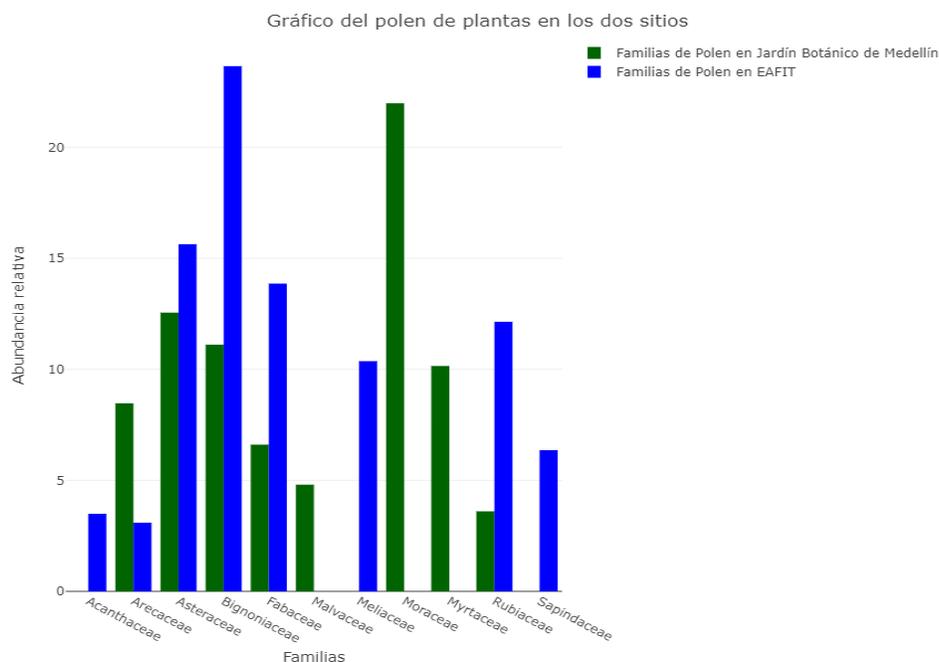


Figura 3. Comparación de familias presentes en el total de las muestras de potes de polen de la Universidad EAFIT y el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín.

Las familias de polen comunes en ambos lugares, JBM y la Universidad EAFIT, son Bignoniaceae, Fabaceae, Arecaceae y Asteraceae. Se observa diferencia en las familias de plantas predominantes en cada sitio. Estas diferencias reflejan la variabilidad de la vegetación y los tipos de plantas predominantes en cada entorno, lo que puede deberse a la ubicación y el tipo de vegetación circundante en cada sitio.

Las descripciones y microfotografías del polen de las muestras se encuentran en los archivos anexos, donde gracias a la colaboración de los investigadores Enrique Moreno e Ivonne Marcela Castañeda del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, se aproximó a la identificación de ciertas familias donde en las Figuras 12 y 13 se incluyen otras familias y géneros encontrados en las muestras analizadas en el Laboratorio de Polen.

Discusión

En el estudio de las muestras de polen de *Tetragonisca angustula* en EAFIT y el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, se identificaron 12 familias para los dos sitios. La dieta de *T. angustula*, en la Universidad EAFIT se ha basado en la obtención de polen de Bignoniaceae, Fabaceae y Asteraceae, en contraste con el Jardín Botánico de Medellín donde la dieta de la población de abejas en las colmenas tiene más afinidad a las familias Moraceae, Myrtaceae y Arecaceae.

Estos resultados concuerdan con lo encontrado por distintos autores en países como Argentina donde se encontró la visita a familias como Asteraceae, Lamiaceae, Melastomataceae y Myrtaceae (Flores & Sanchez, 2010). Brasil donde se encontró la visita de 25 especies de plantas de las familias Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Rutaceae, y Euphorbiaceae (Braga et al., 2012). En Costa Rica donde se reporta la visita de esta especie de meliponino a las familias Fabaceae, Arecaceae, Rubiaceae, Sapindaceae (Moreno, Vit, Aguilar, & Barth, 2023).

En el caso de Colombia según Obregón Corredor (2011) las familias de plantas que visitaron *T. angustula* en el Municipio de Fusagasugá, Cundinamarca; corresponden en su mayoría a Asteraceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae entre otras. Otro estudio que

permite dilucidar la dieta de este meliponio corresponde al realizado en la región Andina en los departamentos de Tolima, Antioquia, Cauca, Cundinamarca y Santander, y en la región Caribe Cesar, Magdalena y Sucre; donde el polen de las plantas encontrado en potes de miel de *Tetragonisca angustula* corresponde a las familias Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Rubiaceae y otras (Obregon, Rodríguez-C, Chamorro, & Nates-Parra, 2013).

Según el informe de inventario biótico en el muestreo de flora realizado por el Semillero de Botánica en la Universidad EAFIT las familias arbóreas con 38 familias las más representativas fueron Arecaceae con 25 especies, Fabaceae con 24 especies seguidas de Myrtaceae, Bignoniaceae y Malvaceae (Montoya-Duque et al., 2022). Esto se puede ver reflejado con lo encontrado en la investigación, donde polen de las familias como Bignoniaceae y Fabaceae fueron representativas en las muestras. Además de confirmar la presencia de polen de familias no arbóreas como Asteraceae. Se resalta que las familias encontradas tienen presencia en la zona del Meliponario Miguel Ángel Tavera y especies que se encuentran cercanas como *Mangifera indica* que a pesar de su cercanía no presento en las muestras una frecuencia alta influenciado posiblemente por la falta de floración a la hora del muestreo.

El JBM no cuenta con un inventario de la flora presente en el lugar, es posiblemente más diverso que la Universidad EAFIT, lo cual puede ser soportado de momento con lo que reportan en la red de ciencia ciudadana **Naturalista** (2023) donde registran 445 especies de plantas en el lugar. Identificando 102 familias de plantas dentro de las cuales hay presencia de individuos de Moraceae, Asteraceae y Bignoniaceae las cuales fueron las de mayor frecuencia en el estudio de polen para las colmenas de *Tetragonisca angustula* en el Jardín Botánico de Medellín.

En el estudio se encontraron palinomorfos botánicos recolectados de las muestras de polen de *Tetragonisca angustula* en las colmenas de EAFIT para un total de 19 palinomorfos en contraste con los 22 del JBM; con diferencias y similitudes que pueden estar relacionadas con la ubicación geográfica de las dos áreas de muestreo y la composición de la vegetación presente en cada una. Es común que las abejas sin aguijón, como *Tetragonisca angustula*, recojan polen de plantas que están disponibles en su entorno inmediato. Por lo tanto, las diferencias en las familias de palinomorfos botánicos pueden reflejar la diversidad botánica de cada ubicación.

Conclusiones

Los resultados confirman que *Tetragonisca angustula* tiene una alta capacidad para adaptarse a una amplia variedad de plantas para su alimentación. Esto es una ventaja importante para su supervivencia y contribuye a su papel en la polinización de diferentes especies de plantas. El contraste entre las plantas encontradas en la Universidad EAFIT y el Jardín Botánico muestra la capacidad de estas abejas para aprovechar la diversidad de recursos disponibles en su entorno.

En la Universidad EAFIT, estas abejas tienen una dieta de polen centrada en familias como Bignoniaceae, Fabaceae y Asteraceae, mientras que en el Jardín Botánico de Medellín muestran una inclinación hacia Moraceae, Myrtaceae y Arecaceae. Este estudio proporciona información valiosa sobre la relación entre las abejas sin aguijón y la flora, lo que puede ser fundamental para la conservación de la biodiversidad y la promoción de entornos favorables para la polinización en entornos urbanos y semiurbanos.

El contraste entre EAFIT y el Jardín Botánico de Medellín en términos de las familias de palinomorfos botánicos identificados destaca la adaptabilidad de *Tetragonisca angustula* y se resalta la importancia de conservar y comprender la diversidad botánica en diferentes áreas, no solo para la conservación de las abejas sin aguijón sino también para la biodiversidad en general de nuestras ciudades. Además, se espera para próximos proyectos ampliar el

muestreo a lo largo de diversos meses del año para obtener una visión más completa de las preferencias de plantas en la dieta *Tetragonisca angustula* incorporando técnicas más avanzadas como el microscopio de barrido electrónico (SEM), lo que permitirá una identificación más detallada y precisa de los granos de polen recolectados.

Además, se espera comenzar con la creación de un posible repositorio de polen en la ciudad de Medellín. Este repositorio serviría como fuente de datos para comprender las especies de plantas más adecuadas que deberían ser sembradas en entornos urbanos y semiurbanos. Siempre con un enfoque funcional no solo estético, profundizando en la ecológica y priorizando la flora nativa para preservar la biodiversidad y fomentar ecosistemas saludables para los polinizadores y el medio ambiente en general.

Agradecimientos

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la asesora y Doctora Camila Martínez Aguillón de la Universidad EAFIT por su valiosa orientación y apoyo durante el proceso de investigación. A investigadores que amablemente abrieron sus puertas y brindaron sus valiosos comentarios José Alberto Soto Villalobos y Gabriela Doria de la Fundación Jardín Botánico de Medellín. Agradezco profundamente a los investigadores que proporcionaron su invaluable ayuda en la identificación y ofrecieron comentarios valiosos durante todo el proyecto, Enrique Moreno, Ivonne Marcela Castañeda y Carlos Jaramillo del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. A los investigadores Paula Andrea Lopera Mejía y Mauricio León por su contribución. Además, agradezco a Daniel Abreu Acosta por su inestimable ayuda en la toma de las microfotografías y a Don Leonel por compartir su conocimiento sobre las meliponas. Sus contribuciones fueron fundamentales para el éxito de esta investigación.

Anexo

Descripción y microfotografías de palinomorfos

Morfología de palinomorfos EAFIT

1. Palinomorfo del tipo mónada, con polaridad isopolar, bisimétrico, aberturas de carácter colpo, con forma perprolato. Con una ornamentación clavada y/o granulosa. Con afinidad a ser determinado como Acanthaceae donde los granos son isopolares, bilaterales, di-polyaperturados, 2 a 4-porados; perprolados, prolados; los granos colporados a veces están provistos de pseudocolpos.
2. Palinomorfo del tipo mónada, isopolar, bisimétrico, con apertura tipo colpo y monocolpado. Forma prolato o subprolato de ámbito circular con ornamentación psilada. Posiblemente Arecaceae donde los granos son mónadas heteropolares, con simetría bilateral a radial; monoporados, monosulcados, o tricotomosulcados. Ámbito circular, elíptico, triangular recto, triangular convexo; forma oblada, suboblado, oblado esferoidal, subprolato, prolado esferoidal. Exina de muy fina a gruesa; intactada, tectada perforada o semitectada, con o sin procesos suprategmiales, lisa, foveolada, fosulada, microreticulada, escabrada, pilada, verrugada, microespinada y/o espinada.
3. Palinomorfo del tipo mónada, isopolar, radiosimétrico, tricollado, esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación parece psilada o escábrida. Con afinidad a la familia Bignoniaceae con polen en mónadas, de tamaño mediano a grande (24,0-99,0 x 28,0-94,5 pn), isopolar o apolar, radialmente simétrico, esferoidal, subesferoidal o prolato, inaperturado aperturados.
4. Palinomorfo del tipo mónada, isopolar, radiosimétrico, tricollado, esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación lisa. Con afinidad a la familia Bignoniaceae con polen en mónadas, de tamaño mediano a grande (24,0-99,0 x 28,0-94,5 pn), isopolar o apolar, radial-

mente simétrico, esferoidal, subesferoidal o prolato, inaperturados o aperturados.

5. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétricos, tricolpado con forma esferoidal de ámbito circular con ornamentación reticulada. Posiblemente Fabaceae, *Caesalpinia sp.* Los granos son monadas; isopolares, radiosimétricos; tricolpados, tricolporados, sin colporados; semitectados a tectados, psilados, microreticulados, reticulados, estriados, rugulados; colpo constricto ecuatorialmente, costa colpo; poros circulares, lolongados, lalongados; ámbito circular a triangular; granos suboblados a prolados.

6. Palinomorfo del tipo poliada, cada grano de polen de tamaño pequeño, superficie psilada y exina gruesa. Posiblemente *Inga sp.* (Fabaceae-Mimosoideae). Los granos de polen se reúnen en poliadas de gran tamaño. Cada polen granos de pequeño tamaño, con una superficie psilada y una exina de 1,7µm de espesor.

7. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, con abertura tipo colpo, monocolpado con forma esferoidal con ámbito circular. Con ornamentación gemada o granulosa. Posiblemente perteneciente a la familia Meliaceae.

8. Palinomorfo mónada, isopolar, bisimétrico, con abertura tipo colpo, monocolpado con forma de prolato esferoidal y ornamentación gemada o granulosa. Posiblemente perteneciente a la familia Meliaceae.

9. Palinomorfo mónada, isopolar, inaperturado, esferoidal con ámbito circular o hexagonal. Con ornamentación faveolada o reticulada. Con afinidad a los granos de polen de la familia Rubiaceae donde los granos pueden ser mónadas; apolares o isopolares; pequeños a medianos a grande; circular, subcircular, triangular, subtriangular, elíptico o cuadrangular; área polar corta o grande; oblata suboblato a esferoidal oblato, esferoidal prolato a subprolato.

10. Palinomorfo mónada, isopolar, esferoidal con ámbito circular con ornamentación escábrida. Con afinidad a los granos de polen de las especies Rubiaceae pueden ser mónadas; apolares o isopolares; pequeños a medianos a grande; circular, subcircular, triangular, subtriangular, elíptico o cuadrangular; área polar corta o grande; oblata suboblato a esferoidal oblato, esferoidal prolato, prolato a subprolato.

11. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, tricolpado con ámbito angular o triangular. Con ornamentación lisa o psilada. Los granos de polen de las especies Sapindaceae tienden a ser mónadas; isopolares o heteropolares; pequeños a medianos; con ámbito subcircular, subtriangular, triangular o cuadrangular en vista polar; peroblados, oblatos, suboblados a oblato-esferoidales; 3-porados.

12. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, perporado, esferoidal con una ornamentación equinada. Con afinidad a la familia Asteraceae la cual tiene granos de polen de pequeño tamaño, isopolares, de simetría radial, esferoidal oblato o esferoidal prolato, subcirculares, 3-zonocolporados y equinados.

13. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, esferoidal con una ornamentación equinada, con un mayor tamaño que el anterior. Con afinidad a la familia Asteraceae la cual tiene granos de polen de pequeño tamaño, isopolares, de simetría radial, esferoidal oblato o esferoidal prolato, subcirculares, 3-zonocolporados y equinados.

14. Palinomorfo mónada, heteropolar, bisimétrico con apertura tipo colpo.

15. Palinomorfo mónada, heteropolar, bisimétrico, con apertura tipo colpo y monocolpado. Forma prolato o perpolato de ámbito circular con ornamentación lisa. Posiblemente Arecaceae donde los granos son mónadas heteropolares, con simetría bilateral a radial; monoporados, monosulcados, o tricotomosulcados. Ambito circular, elíptico, triangular recto, triangular convexo; forma oblada, suboblado, oblado esferoidal, subprolato, prolado esferoidal. Exina de muy fina a gruesa; intectada, tectada perforada o semitectada, con o sin procesos suprategmáticos, lisa, foveolada, fosulada, microreticulada, escabrada, pilada, verrugada, microespinada y/o espinada.

16. Palinomorfo del tipo mónada, isopolar, radiosimétrico, tetracolpado con forma esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación faveolada.

17. Palinomorfo del tipo mónada, siendo apolar con simetría radial, con forma esferoidal con ámbito circular, patoporado y ornamentación en la exina del tipo rugulada y/o estriada, elementos esculturales del tipo clavada y/o baculada.

18. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, perforado, esferoidal con una ornamentación escábrida, clavada o pilada. Con afinidad a la familia Asteraceae la cual tiene granos de polen de pequeño tamaño, isopolares, de simetría radial, esferoidal oblató o esferoidal prolato, subcirculares, 3-zonocolporados y equinados.

19. Palinomorfo mónada, apolar, asimétrico con ornamentación reticulada y/o estriada. Posiblemente *Thunbergia sp.* Donde las especies del género poseen granos de polen sincolpados (espiaperturados) en los que los colpos están dispuestos en espiral sobre el grano de polen. En el género *Thunbergia*, se observa una escultura de la exina débilmente reticulada. La forma esferoidal de los granos de polen se encuentra en todas las especies de *Thunbergia* y el tamaño de los granos oscilan entre 50-100 μm de diámetro.

Morfología de palinomorfos JB

1. Palinomorfo mónada, siendo apolar con simetría radial, con forma esferoidal con ámbito circular, patoporado y ornamentación en la exina del tipo rugulada y elementos esculturales del tipo clavada y/o baculada. Posiblemente pertenece a la subfamilia Malvoideae donde los granos de polen se caracterizan por ser pantoporados, con simetría radial y apolares. El polen puede tener varias esculturas de exina (granulada, microrreticulada y subpsilada) con espinas equinadas, baculadas y espinuladas. El tamaño del polen, la apertura, la escultura de la exina y el índice de espinas pueden utilizarse como caracteres para identificar las especies de la subfamilia Malvoideae.

2. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétricos, tricolpado, tricolporado con forma esferoidal de ámbito circular con ornamentación reticulada. Posiblemente Fabaceae, *Caesalpinia sp.* Donde los granos son monadas; isopolares, radiosimétricos; tricolpados, tricolporados, sin colporados; semitectados a tectados, psilados, microreticulados, reticulados, estriados, rugulados; colpo constricto ecuatorialmente, costa colpo; poros circulares, lolongados, lalongados; ámbito circular a triangular; granos suboblados a prolados.

3. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, tricolpado con forma de oblató esferoidal con ámbito semi-angular. Con una ornamentación reticulada y/o verrugada (verrucate). Posiblemente *Pachira sp.* (Malvaceae-Bombacoideae) donde los granos de polen son descritos como mónadas grandes, isopolares, oblongos, con una gran área polar, ámbito subtriangular, planaperturados, 3-colporados, colpos pequeños y estrechos con margen psilado, endoapertura lolongada.

4. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, con poro en la parte ecuatorial siendo monoporado. Con forma esferoidal con ámbito circular con ornamentación reticulada. Al parecer es *Ochroma sp.* (Malvaceae-Bombacoideae) Granos de polen que se caracterizan por ser de tamaño mediano a grande, isopolares oblongos a suboblados con un contorno subcircular y subtriangular (sub)circular y subtriangular y un área polar de pequeña a grande; 3-4-5(-6)-zonoaperturado, colpado, colporado, ecuatorial calotas diferentes o no, exina tectato-perforada a microrreticulada, reticulada con o sin procesos suprategmiales y sexina más gruesa que la nexina.

5. Palinomorfo mónada, de pequeño tamaño isopolar, radiosimétrico, de forma esferoidal, ámbito circular con ornamentación lisa. El polen parece de la familia Moraceae que suele ser 2 o 3 porado menos frecuentemente 4-porado. Los poros suelen ser discretos, de contorno más o menos circular y a veces ligeramente elevados de la superficie.

6. Palinomorfo tipo mónada, heteropolar, radiosimétrico, tricolpado de ámbito angular y/o triangular. El polen de Myrtaceae es generalmente de tamaño mediano (20 μ m) a grande (30 μ m), angulaperturado, tricolporado, triangular en vista polar, achatado en vista ecuatorial y tiene una isla apocolpial.
7. Palinomorfo mónada, heteropolar, bisimétrico, con apertura tipo colpo y monocolpado. Forma prolato o perpolato de ámbito circular con ornamentación lisa. Posiblemente Arecaceae donde los granos son mónadas heteropolares, con simetría bilateral a radial; monoporados, monosulcados, o tricotosulcados. Ambito circular, elíptico, triangular recto, triangular convexo; forma oblada, suboblada, oblado esferoidal, subprolado, prolado esferoidal. Exina de muy fina a gruesa; intectada, tectada perforada o semitectada, con o sin procesos suprategmiales, lisa, foveolada, fosulada, microreticulada, escabrida, pilada, verrugada, microespinada y/o espinada.
8. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, esferoidal con una ornamentación equinada. Con afinidad a la familia Asteraceae la cual tiene granos de polen de pequeño tamaño, isopolares, de simetría radial, esferoidal oblato o esferoidal prolato, subcirculares, 3-zonocolporados y equinados.
9. Palinomorfo del tipo mónada, isopolar, radiosimétrico, tricolpado, esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación parece psilada o escábrida. Con afinidad a la familia Bignoniaceae con polen en mónadas, de tamaño mediano a grande (24,0-99,0 x 28,0-94,5 μ m), isopolar o apolar, radialmente simétrico, esferoidal, subesferoidal o prolato, inaperturado aperturados.
10. Palinomorfo del tipo mónada, radiosimétrico, tricolpado, esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación parece psilada o escábrida.
11. Palinomorfo del tipo mónada, radiosimétrico con forma suboblato o oblato esferoidal con forma semi-angular con ornamentación fosulada o faveolada.
12. Palinomorfo del tipo mónada, isopolar, radiosimétrico, tricolpado, esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación parece psilada o escábrida. Con afinidad a la familia Bignoniaceae con polen en mónadas, de tamaño mediano a grande (24,0-99,0 x 28,0-94,5 μ m), isopolar o apolar, radialmente simétrico, esferoidal, subesferoidal o prolato, inaperturado aperturados.
13. Palinomorfo mónada, isopolar, esferoidal con ámbito circular con ornamentación psilada o lisa. Con afinidad a los granos de polen de las especies Rubiaceae pueden ser mónadas; apolares o isopolares; pequeños a medianos a grande; circular, subcircular, triangular, subtriangular, elíptico o cuadrangular; área polar corta o grande; oblata suboblato a esferoidal oblato, esferoidal prolato, prolato a subprolato.
14. Palinomorfo del tipo mónada, isopolar, radiosimétrico, tricolpado, esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación psilada o escábrida. Con afinidad a la familia Bignoniaceae con polen en mónadas, de tamaño mediano a grande (24,0-99,0 x 28,0-94,5 μ m), isopolar o apolar, radialmente simétrico, esferoidal, subesferoidal o prolato, inaperturado aperturados.
15. Palinomorfo del tipo mónada, bisimétrico, con apertura tipo colpo monocolpado, perprolato con ornamentación lisa.
16. Palinomorfo del tipo mónada, incompleto con ornamentación lisa.
17. Palinomorfo del tipo mónada, isopolar, radiosimétrico, tricolpado, esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación faveolada o reticulada. Con afinidad a la familia Bignoniaceae con polen en mónadas, de tamaño mediano a grande (24,0-99,0 x 28,0-94,5 μ m), isopolar o apolar, radialmente simétrico, esferoidal, subesferoidal o prolato, inaperturado aperturados.

18. Palinomorfo mónada, isopolar, radiosimétrico, esferoidal con una ornamentación equinada. Con afinidad a la familia Asteraceae la cual tiene granos de polen de pequeño tamaño, isopolares, de simetría radial, esferoidal oblatos o esferoidal prolato, subcirculares, 3-zonocolporados y equinados.

19. Palinomorfo mónada, radiosimétrico, estefanoporado con forma esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación psilada o escábrida.

20. Palinomorfo del tipo mónada, radiosimétrico con forma suboblato u oblato esferoidal.

21. Palinomorfo mónada, radiosimétrico, monocolpado o perforado con forma esferoidal de ámbito circular. Con ornamentación faveolada.

22. Palinomorfo del tipo poliada, cada grano de polen de tamaño pequeño, superficie psilada y exina gruesa. Posiblemente *Inga sp.* (Fabaceae-Mimosoideae). Los granos de polen se reúnen en poliadas de gran tamaño. Cada polen granos de pequeño tamaño, con una superficie psilada y una exina de 1,7 μm de espesor.

Microfotografías de palinomorfos

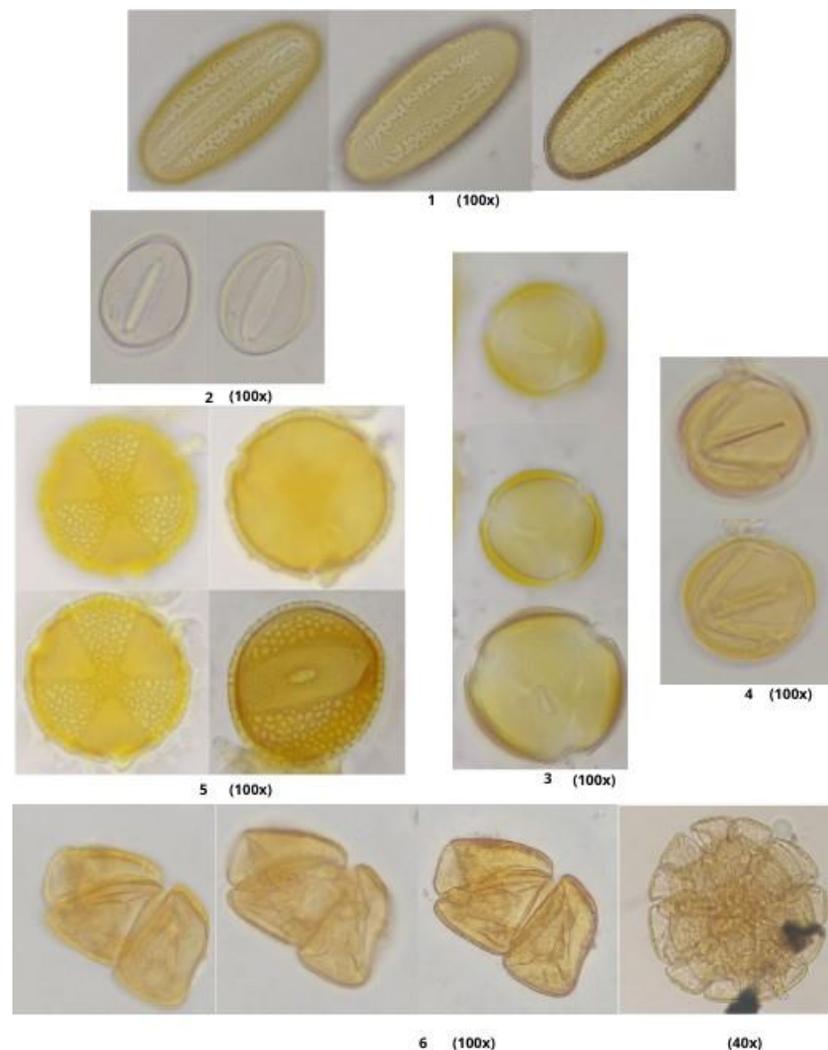


Figura 6. Especies botánicas 1 a 6 reconocidas en la muestra de potes de polen en *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) en EAFIT: Acanthaceae (1); Arecaceae tipo 1 (2); Bignoniaceae tipo 1 (3), Bignoniaceae tipo 2 (4); *Caesalpinia* sp. (5); *Inga* sp. (6); Vistos en 100X y 40X.

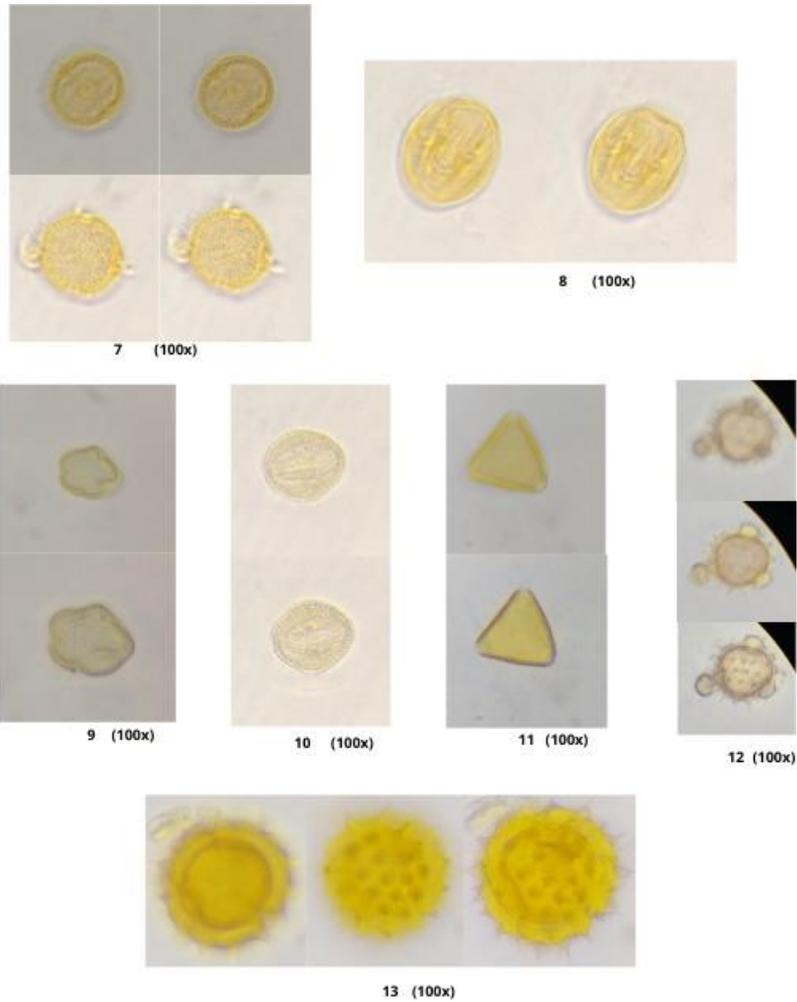


Figura 7. Palinomorfos botánicos 7 a 13 reconocidos en la muestra de potes de polen en EAFIT. Meliaceae tipo 1 (7); Meliaceae tipo 2 (8); Rubiaceae tipo 1 (9); Rubiaceae tipo 2 (10); Sapindaceae (11); Asteraceae tipo 1 (12); Asteraceae tipo 2 (13). Vistos en 100X y 40X.

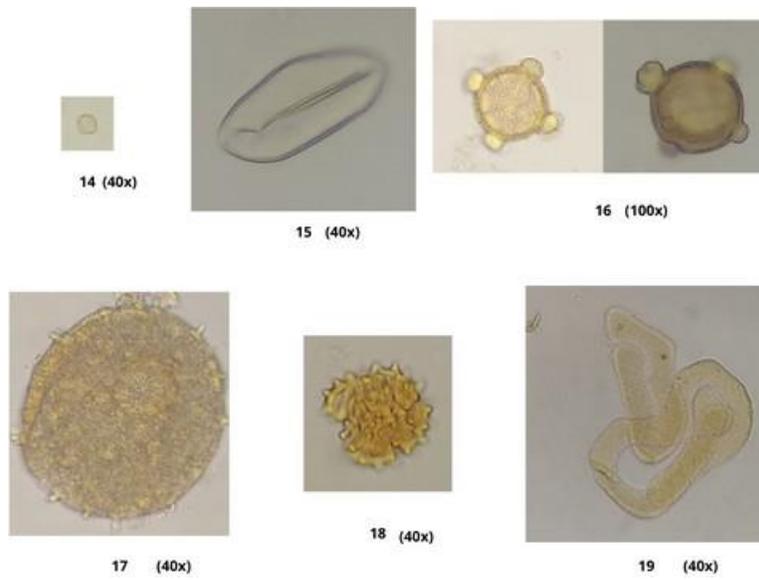


Figura 8. Palinormorfos botánicos 14 a 19 reconocidos en la muestra de potes de polen en EAFIT. Palinomorfo 14 (14); Arecaceae tipo 2 (15); Palinomorfo 16 (16); Palinomorfo 17 (Malvaceae) (17); Asteraceae tipo 3 (18); *Thunbergia* sp. (19). Vistos en 100X y 40X.

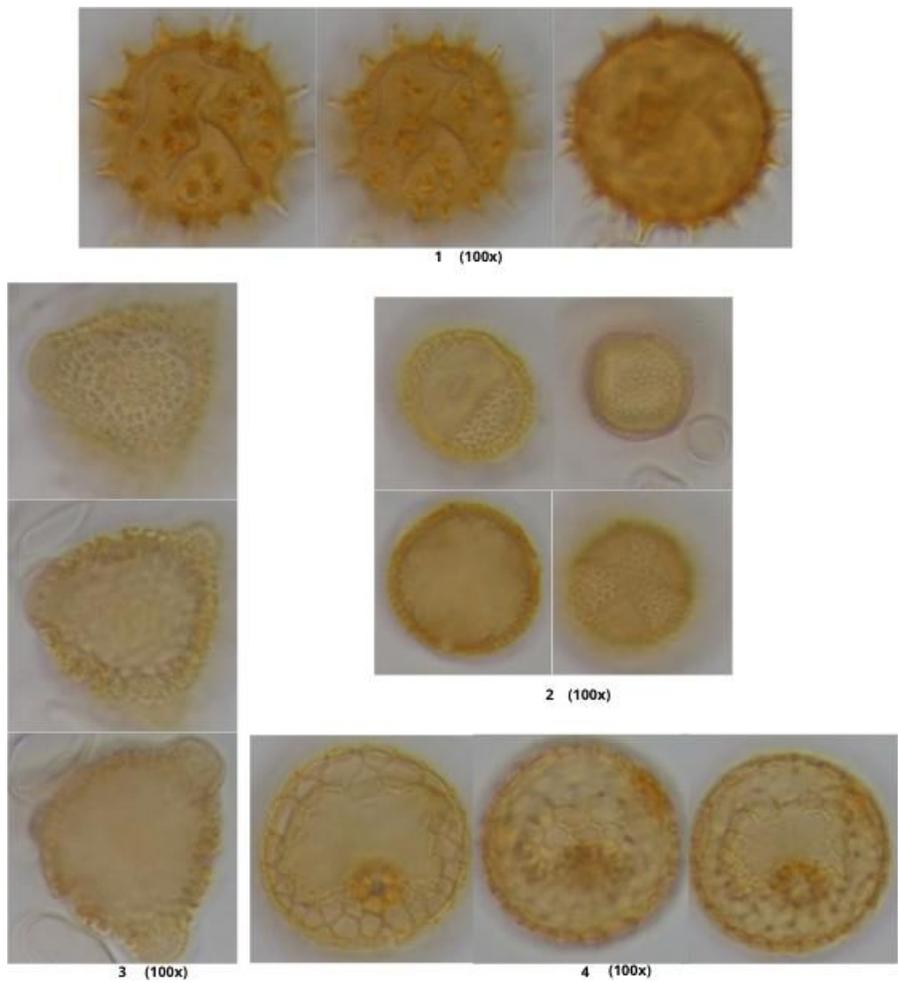


Figura 9. Palinomorfos botánicos 1 a 4 reconocidos en la muestra de polen de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, observados a 100X, son los siguientes: Malvoideae (1), *Caesalpinia* sp. (2), *Pachira* sp. (3), *Ochroma* sp. (4). Vistos en 100X.

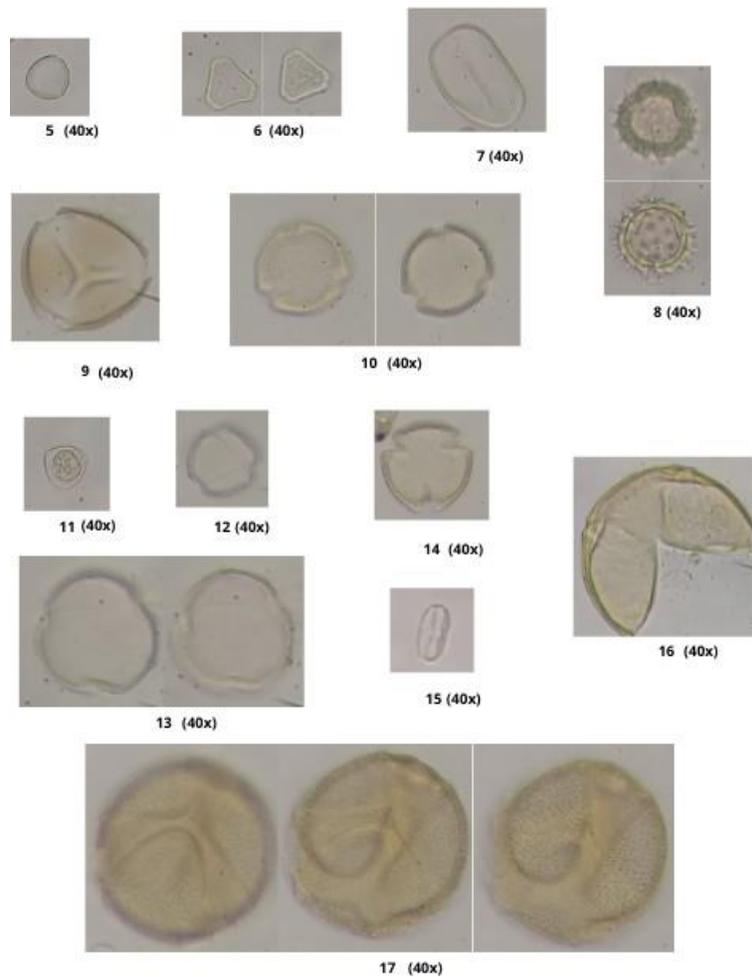


Figura 10. Palinomorfos botánicos 5 a 16 reconocidos en la muestra de polen de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, observados 40X, son los siguientes: Moraceae (5), Myrtaceae (6), Arecaceae (7), Asteracea tipo 1 (8), Bignoniaceae tipo 1 (9), Palinomorfo 10 (10), Palinomorfo 11 (11), Bignoniaceae tipo 2 (12), Rubiaceae (13), Bignoniaceae tipo 3 (14), Palinomorfo 15 (15), Palinomorfo 16 (Apocynaceae) (16), Bignoniaceae tipo 4 (17).



Figura 11. Palinomorfos botánicos 18 a 22 reconocidos en la muestra de polen de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, observados en 40X, son los siguientes: Palinomorfo 18 (18), Asteracea tipo 2 (20), Palinomorfo 21 (21), *Inga sp.* (22).

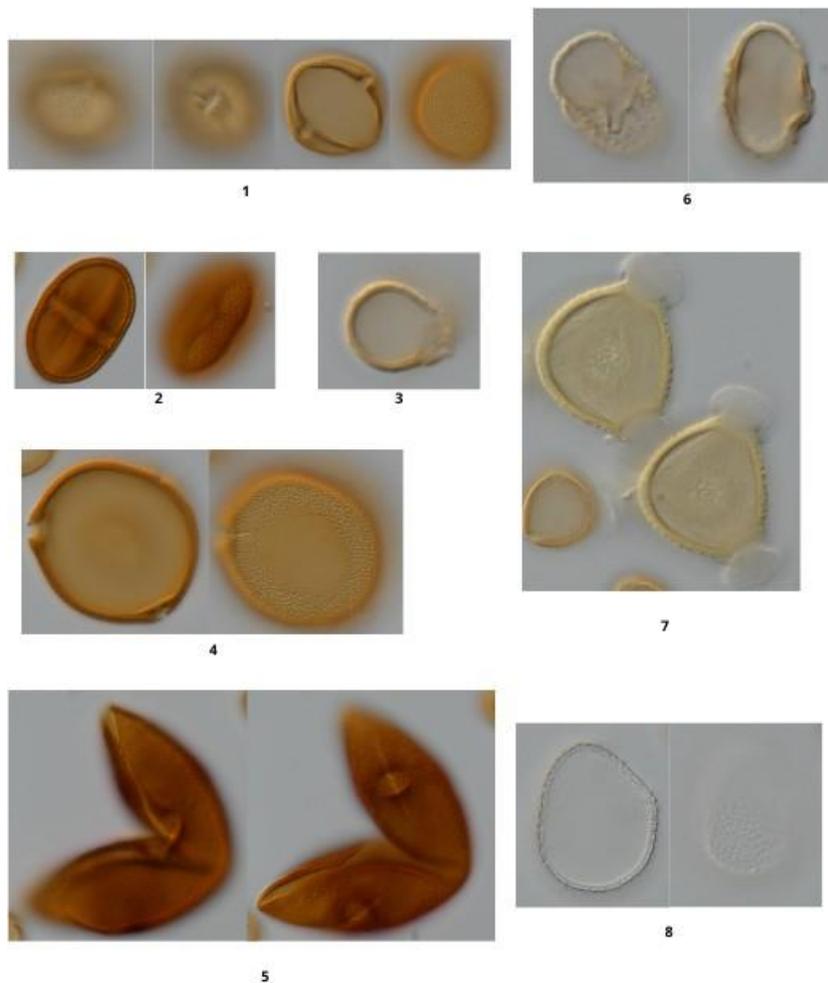


Figura 12. Palinomorfos botánicos en la muestra de polen de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, observados en 60X, son los siguientes: *Tapirira sp.* (1); *Sapium sp.* (2); *Piper sp.* (3); *Hura sp.* (4); Euphorbiaceae (5); *Cecropia sp.* (6); *Erythrina* (7); Commelinaceae (8).

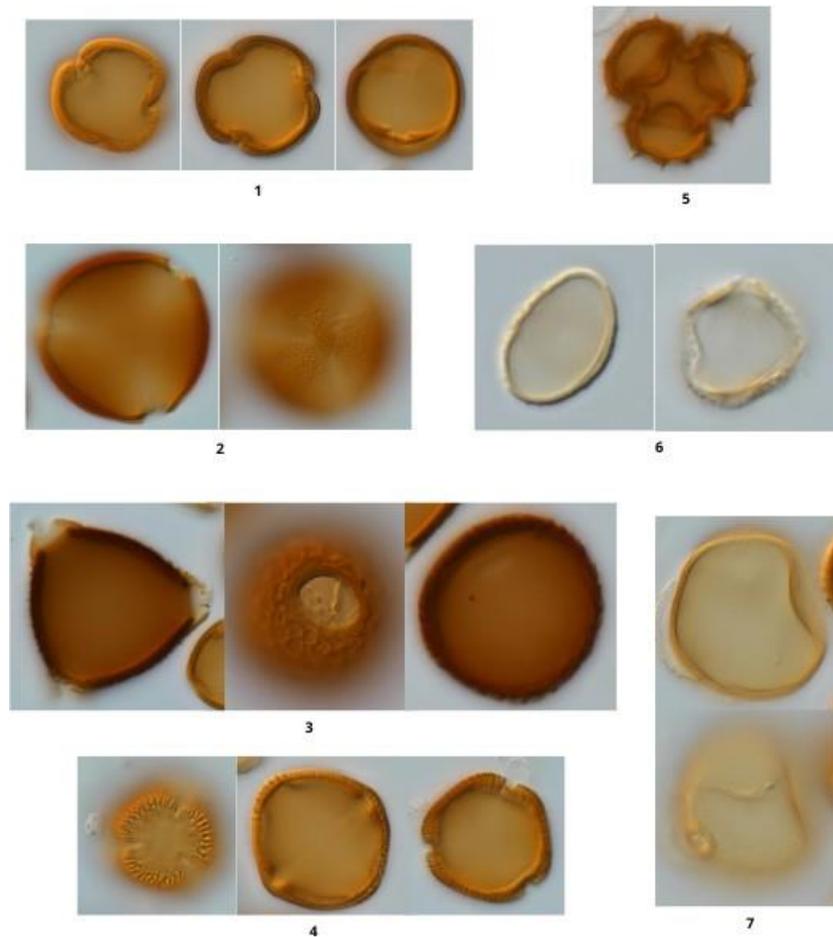


Figura 13. Palinomorfos botánicos en la muestra de polen de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) en la Universidad EAFIT, observados en 60X, son los siguientes: *Alchornea* sp. (1); *Cassia* sp. (2); *Erythrina* sp. (3); *Mangifera indica* (4); Asteraceae (5); *Cecropia* sp. (6); Poaceae (7).

Referencias

- Adler, M., & Anaya, O. J.** (2020). Instituto de Capacitación del Oriente (ICO) B/ Yaguari Calle El Trigal S/N. - Vallegrande - Santa Cruz - Bolivia Tfno.: (+591-3)9422004 Pagina web: www.ico-bo.org E-mail: direccion@ico-bo.org.
- Bates, A. J., Sadler, J. P., Fairbrass, A. J., Falk, S. J., Hale, J. D., & Matthews, T. J.** (2011, August). Changing Bee and Hoverfly Pollinator Assemblages along an Urban-Rural Gradient. *PLoS ONE*, *6*(8), e23459. Retrieved 2023-05-22, from <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0023459> doi: 10.1371/journal.pone.0023459
- Braga, J., Sales, E., Neto, J., Conde, M., Barth, O., & Lorenzon, M.** (2012, 12). Floral sources to tetragonisca angustula (hymenoptera: Apidae) and their pollen morphology in a southeastern brazilian atlantic forest. *Revista de biología tropical*, *60*(), 1491-501. doi: 10.15517/rbt.v60i4.2067
- Cane, J., & Sipes, S.** (2007, January). Characterizing floral specialization by bees: Analytical methods and a revised lexicon for oligolecty. In *Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization* (pp. 99–122). (Journal Abbreviation: Plant-

Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization)

- Cariveau, D. P., & Winfree, R.** (2015, August). Causes of variation in wild bee responses to anthropogenic drivers. *Current Opinion in Insect Science*, *10*(), 104–109. Retrieved 2023-05-22, from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214574515000826> doi: 10.1016/j.cois.2015.05.004
- De Novais, J. S., & Absy, M. L.** (2013, December). Palynological examination of the pollen pots of native stingless bees from the Lower Amazon region in Pará, Brazil. *Palynology*, *37*(2), 218–230. Retrieved 2023-07-27, from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01916122.2013.787127> doi: 10.1080/01916122.2013.787127
- Elcure, F., & Cardozo, A.** (1996, January). Caracterización de colonias de abejas sin aguijón (*Trigona (tetragonisca) angustula*) en construcciones urbanas de Guanare, Venezuela. , *14*(), 55–63.
- Erdtman, G., & Sarjeant, W.** (1969). *Handbook of Palynology: Morphology - Taxonomy - Ecology : An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores : Appendix: Microfossils Other Than Pollen and Spores in Palynological Preparations by W. Sarjeant*. Munksgaard. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=1-nnAQAAACAAJ>
- Flores, F., & Sanchez, A.** (2010, 06). Primeros resultados de la caracterización botánica de mieles producidas por *Tetragonisca angustula* (apidae, meliponinae) en los naranjos, salta, argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, *45*(), 81-91.
- Giraldo, C., Rodriguez, A., Chamorro, F., Obregon, D., Montoya-Pfeiffer, P., RAMÍ REZ, N., ... Nates-Parra, G.** (2022). *Guía ilustrada de polen y plantas nativas visitadas por abejas: Cundinamarca, Boyacá Santander, Sucre, Atlántico y Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia*.
- Guerra Fonnegra, M. A.** (2021). *Identificación de abejas sin aguijón presentes en colonias artificiales en la Fundación Jardín Botánico “Joaquín Antonio Uribe” de Medellín – Antioquia*.
- Hall, D. M., Camilo, G. R., Tonietto, R. K., Ollerton, J., Ahrné, K., Arduser, M., ... Threlfall, C. G.** (2017, February). The city as a refuge for insect pollinators: Insect Pollinators. *Conservation Biology*, *31*(1), 24–29. Retrieved 2023-05-22, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.12840> doi: 10.1111/cobi.12840
- Hennig, E. I., & Ghazoul, J.** (2012, March). Pollinating animals in the urban environment. *Urban Ecosystems*, *15*(1), 149–166. Retrieved 2023-05-22, from <http://link.springer.com/10.1007/s11252-011-0202-7> doi: 10.1007/s11252-011-0202-7
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.** (2018). Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. (Publisher: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales)
- Kerr, W. E., Carvalho, G. A., & Silva, A. C. D.** (2001). Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica.
- Londoño-Carvajal, C. A., Núñez, J. F. C., Santos, S. M. C., & Parra, G. N.** (2020). Abejas sin aguijón en Colombia.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G.** (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, *59*(4), 139–157. Retrieved 2023-07-25, from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0005772X.1978.11097714> doi: 10.1080/0005772X.1978.11097714
- Martínez L., S., & Otero O., J. T.** (2019, July). Polen recolectado por *nannotrigona mel-laria* (Apidae : Meliponini) en dos ambientes urbanos (Valle del Cauca – Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, *23*(2), 146–161. Retrieved 2023-07-25, from <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/137> doi: 10.17151/bccm.2019.23.2.7

- Mercado-Gómez, J. D., Carmona-Duque, D. T., Jiménez-Bulla, L. C., & Aceituno-Bocanegra, F. J.** (2015, December). Flora palinológica de la cuenca media del río San Eugenio, Risaralda (Cordillera Central), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 37(103), 185–200. Retrieved 2023-07-25, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0304-35842015000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en doi: 10.17533/udea.acbi.v37n103a07
- Michener, C. D.** (2007). *The bees of the world* (2nd ed ed.). Baltimore: Johns Hopkins University Press. (OCLC: ocm70660080)
- Michener, C. D.** (2013). The Meliponini. In P. Vit, S. R. M. Pedro, & D. Roubik (Eds.), *Pot-Honey* (pp. 3–17). New York, NY: Springer New York. Retrieved 2023-08-17, from https://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-4960-7_1 doi: 10.1007/978-1-4614-4960-7_1
- Montoya-Duque, Giraldo-Salazar, Díaz-Nieto, Peláez, Patiño, Zambrano, . . . Martínez** (2022). *Informe inventario biótico campus EAFIT sede Medellín - 2022*.
- Moreno, J. E., Vit, P., Aguilar, I., & Barth, O.** (2023, 08). Melissopalynology of coffea arabica honey produced by the stingless bee tetragonisca angustula (latreille, 1811) from alajuela, costa rica. *AIMS Agriculture and Food*, 8(8), 804-831. doi: 10.3934/agrfood.2023043
- Nates-Parra, G.** (2001). Las Abejas sin Aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana*(0), .
- Nates-Parra, G.** (2005). Abejas corbiculadas de Colombia. *Bogotá Universidad Nacional de Colombia*(0), 156.
- Nates-Parra, G., Rodríguez-C, , & Vélez, E. D.** (2006). ABEJAS SIN AGUIJÓN (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) EN CEMENTERIOS DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE COLOMBIA.
- Nates-Parra, G., & Rosso-Londoño, J. M.** (2013). DIVERSIDAD DE ABEJAS SIN AGUIJÓN (Hymenoptera:Meliponini) UTILIZADAS EN MELIPONICULTURA EN COLOMBIA.
- Naturalista.** (2023). *Naturalista*. <https://www.inaturalist.org/>. (Sitio web de documentación de biodiversidad)
- Nogueira Neto, P.** (1997). *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo: Edic,ãõ Nogueirapis. (OCLC: 39540264)
- Obregon, D., & Nates-Parra, G.** (2014, February). Floral Preference of Melipona eburnea Friese (Hymenoptera: Apidae) in a Colombian Andean Region. *Neotropical Entomology*, 43(1), 53–60. Retrieved 2023-07-25, from <http://link.springer.com/10.1007/s13744-013-0172-y> doi: 10.1007/s13744-013-0172-y
- Obregon, D., Rodríguez-C, Chamorro, F., & Nates-Parra, G.** (2013, 11). Botanical origin of pot-honey from tetragonisca angustula latreille in colombia. In (p. 337-346). doi: 10.1007/978-1-4614-4960-7_23
- Obregón Corredor, D.** (2011). *Origen botánico de la miel y el polen provenientes de nidos de Melipona eburnea Friese, 1900 y Tetragonisca angustula (Latreille, 1811), (Apidae: Meliponini) para estimar su potencial polinizador*. Retrieved from <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8598>
- Ohe, W., Oddo, L., Piana, M., Morlot, M., & Martin, P.** (2004, 01). Harmonized methods of melissopalynology. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:2004050>, 35(0), . doi: 10.1051/apido:2004050
- Parra, G. N., & González, V. H.** (2000). Las abejas silvestres de Colombia: por qué y cómo conservarlas. *Acta Biológica Colombiana*, 5(1), 5–37.
- Ramalho, M.** (2004, March). Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Botanica Brasilica*, 18(1), 37–47. Retrieved 2023-08-17, from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci>

arttext&pid=S0102-33062004000100005&lng=en&tlng=en doi: 10.1590/ S0102-33062004000100005

Ramalho, M., Kleinert-Giovannini, A., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (1989). Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. *Apidologie*, *20*(3), 185–195. Retrieved 2023-08-17, from <http://www.apidologie.org/10.1051/apido:19890301> doi: 10.1051/apido:19890301

Real Luna, N., Rivera, J., Alcántara-Salinas, G., Malavasi, G., Morales-Vargas, A., & Perez Sato, J. A. (2022, March). Las abejas sin aguijón (Tribu Meliponini) en los agroecosistemas de América Latina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *13*(), 331–344. doi: 10.29312/remexca.v13i2.2866

Roubik. (1989). *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge [Cambridgeshire] ; New York: Cambridge University Press.

Roubik, D., & Moreno, J. E. (1991). *Pollen and Spores of Barro Colorado Island* (Vol. 47). (Journal Abbreviation: Kew Bulletin Publication Title: Kew Bulletin) doi: 10.2307/4110734

Saravia-Nava, A., Niemeyer, H. M., & Pinto, C. F. (2018, December). Pollen Types Used by the Native Stingless Bee, *Tetragonisca angustula* (Latreille), in an Amazon-Chiquitano Transitional Forest of Bolivia. *Neotropical Entomology*, *47*(6), 798–807. Retrieved 2023-07-27, from <http://link.springer.com/10.1007/s13744-018-0612-9> doi: 10.1007/s13744-018-0612-9

Team, A. C., & Conservancy, T. N. (2020). *AFC.guia_meliponicultura_paginas_baja.pdf* (Tech. Rep.). Retrieved 2023-08-17, from https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/AFC_Guia_meliponicultura_paginas_baja.pdf

