



Asociación entre abejas sin aguijón (Apidae, Meliponini) y la flora del bosque seco en la región norte de Guanacaste, Costa Rica

Association Between Stingless Bees (Apidae, Meliponini) and the Dry Forest Flora in the Northern Region of Guanacaste, Costa Rica

Ana Isabel Barquero-Elizondo¹, Ingrid Aguilar-Monge², Ana Lucía Méndez-Cartín³, Gustavo Hernández-Sánchez⁴, Henry Sánchez-Toruño⁵, William Montero-Flores⁶, Eduardo Herrera-González⁷, Luis Alejandro Sánchez-Chaves⁸, Alejandra Barrantes-Vásquez⁹, Milena Gutiérrez-Leitón¹⁰, Isaac Mesén-Montano¹¹, Francisco Bullé-Bueno¹²

[Recibido: 8 de agosto, 2018. Aceptado: 16 de octubre, 2018. Corregido: 05 de noviembre, 2018. Publicado: 1 de enero, 2019]

Nota: Resultados preliminares de este artículo fueron presentados en el I Congreso Centroamericano de Ciencias de la Tierra y el Mar, organizado por la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar de la Universidad Nacional. 13-15 noviembre 2017, San José, Costa Rica.

Resumen

Las abejas sin aguijón son importantes polinizadores en regiones tropicales y subtropicales; están asociadas a la flora que les proporciona alimento, sitios para anidamiento, resinas, savia y exudados. Se buscó determinar la asociación entre abejas y flora en el sector cerro El Hacha (bosque primario intervenido) y sector Pocosol (bosque secundario) del Parque Nacional Guanacaste, donde se inventariaron los nidos en 33 parcelas de 20 x 20 m². Se colectó polen de plantas dentro de las parcelas y alrededor de los nidos (radio de 500 m) y se recolectaron y analizaron cargas corbiculares de polen de abejas atrapadas con redes entomológicas en la entrada de los nidos. En el cerro

1 Investigadora y docente del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), Universidad Nacional (UNA), Costa Rica. ORCID: 0000-0001-9670-128X, ana.barquero.elizondo@una.cr

2 Investigadora, docente y extensionista del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, ingrid.aguilar.monge@una.cr

3 Investigadora del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, analumeca89@gmail.com

4 Investigador, docente y director del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, gustavo.hernandez.sanchez@una.cr

5 Investigador y docente del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, henry.sanchez.toruno@una.cr

6 Estudiante maestría Universidad de Federal do Pará, Brasil, montero.william@gmail.com

7 Investigador docente y extensionista del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales, Universidad Nacional (CINAT-UNA), Costa Rica, apieduardo@gmail.com

8 Investigador y docente del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, luis.sanchez.chaves@una.cr

9 Estudiante de licenciatura de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, abav24@gmail.com

10 Funcionaria del Área de Conservación Guanacaste, Ministerio de Ambiente y Energía (SINAC-MINAE), Costa Rica, mgutierrez@acguanacaste.ac.cr

11 Estudiante de licenciatura de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, isaac-mesen@hotmail.com

12 Estudiante posgrado Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, fgarciabulle@gmail.com





El Hacha se colectó polen de tres nidos de *Scaptotrigona pectoralis* y en Pocosol se colectó polen de dos nidos de *Trigona fulviventris*. Se obtuvo una densidad de 4.43 nidos/ha⁻¹, de las especies: *Tetragonisca angustula*, *Tetragona ziegleri*, *Plebeia frontalis* y *Trigona fulviventris*. Los nidos se encuentran en los troncos de árboles, con preferencia por el *Quercus oleoides*, donde se halló el 50 % de estos. Las plantas alimenticias utilizadas por *S. pectoralis* en el cerro El Hacha, fueron: *Cupania guatemalensis* (30 %), *Byrsonima crassifolia* (21 %) y *Cedrela odorata* (15 %). Mientras para *T. fulviventris* en el sector Pocosol las plantas más importantes fueron *Baltimora recta* (26 %), *Dorstenia contrajerva* (9 %) y *Desmodium* sp. (9 %). Es evidente el importante papel que cumple la especie arbórea *Quercus oleoides* para la conservación de las poblaciones de estos insectos.

Palabras clave: Abejas nativas; bosque tropical; polinización.

Abstract

Stingless bees are important pollinators in tropical and subtropical regions; they are associated with the flora that provides them with food, sites for nesting, resins, sap and exudates. We sought to determine the association between bees and flora in the cerro El Hacha sector (intervened primary forest) and the Pocosol sector (secondary forest) of the Guanacaste National Park, where the nests were inventoried in 33 plots of 20 x 20 m². Pollen from plants was collected within the plots and around the nests (radius 500 m); also, we collected and analyzed corbicular charges of pollen from bees trapped with entomological nets at the entrance of the nests. In the cerro El Hacha sector, pollen was collected from three nests of *Scaptotrigona pectoralis* and in the Pocosol sector we collected pollen from two nests of *Trigona fulviventris*. A density of 4.43 nests / ha-1 was obtained from the species: *Tetragonisca angustula*, *Tetragona ziegleri*, *Plebeia frontalis* and *Trigona fulviventris*. The nests were found in the trunks of trees, with preference for *Quercus oleoides*, where 50 % of them were found. The food plants used by *S. pectoralis* in cerro El Hacha were: *Cupania guatemalensis* (30 %), *Byrsonima crassifolia* (21 %) and *Cedrela odorata* (15 %). While for *T. fulviventris* in the Pocosol sector the most important plants were *Baltimora recta* (26 %), *Dorstenia contrajerva* (9 %) and *Desmodium* sp. (9 %). The important role played by the tree species *Quercus oleoides* for the conservation of the populations of these insects is evident.

Keywords: Native bees; pollination; tropical forest.

1. Introducción

Las abejas sin aguijón (ASA) se encuentran en las zonas tropicales y subtropicales del mundo, principalmente en Sur América, donde se halla la mayor diversidad de especies (Prendas, 2013). En total se conocen cerca de 400 especies (Freitas *et al.*, 2009), de las cuales 300 se encuentran en el Neotrópico, desde México hasta Argentina; en Costa Rica se han identificado al menos 20 géneros y 59 especies, lo cual representa cerca del 15 % de la diversidad mundial de estos insectos (Aguilar, 2013; Figueroa-Mata *et al.*, 2016).

Las ASA juegan un importante papel en la polinización de las plantas y en la agricultura en particular (Araújo *et al.*, 2004; Batista *et al.*, 2016, Frankie *et al.*, 2018); su labor polinizadora contribuye a la formación de frutos y semillas y, por tanto, a la provisión de alimento para la fauna frugívora, tanto silvestre como doméstica e incluso para poblaciones humanas (Sparagnino





et al., 2014). Son, además, una importante alternativa al uso de las abejas *Apis mellifera* en la polinización comercial de cultivos agrícolas (Slaa *et al.*, 2006).

Se desconocen las razones por las cuales las abejas sin aguijón seleccionan un determinado sitio para establecer sus nidos, o la densidad de colonias que pueden desarrollarse de manera adecuada en un espacio determinado. Varios estudios de esos tópicos concluyen que, en el caso de los insectos sociales que con frecuencia viven en colonias permanentes y muy pobladas, la densidad de colonias locales puede verse limitada por la disponibilidad de sitios adecuados para anidar (Eltz *et al.*, 2002); a cambio, los árboles, reciben el beneficio de la polinización (Armbruster, 1984, citado por Roubik, 2006). Wille (1983) menciona que la mayoría de los árboles de las selvas tropicales no son polinizados por el viento, sino por otros agentes, entre ellos las abejas que juegan un papel importante; él pudo comprobar la presencia de ASA polinizando árboles del dosel en Corcovado, Costa Rica e indica que, sin ellas, las comunidades de árboles de la selva tropical serían muy modificadas.

Vergara *et al.* (1986) mencionan que la mayoría de las especies de ASA prefiere árboles vivos para establecer sus nidos y la mayor altura a la que encontraron un nido en su estudio fue a 12 m del suelo. En relación con la densidad de colonias, Ravelo *et al.* (2014) estudiaron en Cuba la *Melipona beecheii* en parcelas de 400 m² de distintas formaciones vegetales y encontraron 1.75 nidos/ha⁻¹ en vegetación de mogotes, 0.86 nidos/ha⁻¹ en pinares, 1.24 nidos/ha⁻¹ en bosque semidecídulo, 0.71 nidos/ha⁻¹ en encinares y 0.45 nidos/ha⁻¹ en bosque de galería, concluyendo que la densidad puede estar asociada al tipo de formación vegetal, a la posibilidad de encontrar alimento, protección y de alcanzar valores altos de reproducción. Por su parte, Eltz *et al.* (2002) encontraron en los bosques de dipterocarpaceas de Malasia una densidad de nidos alta (media de 8.4 nidos/ha⁻¹) en los sectores que bordean manglares y densidades bajas (entre 0 y 2.1 nidos/ha⁻¹, promedio de 0.5 nidos/ha⁻¹) en los bosques continuos; estos datos muestran que la densidad de nidos es muy variable entre diferentes formaciones vegetales y hábitats en un mismo ecosistema.

Con respecto a las especies de árboles que las ASA utilizan para establecer sus nidos, Roubik (1983) menciona que estos insectos prefieren las especies de madera dura a las de madera suave, pero se desconoce si las abejas seleccionan las cavidades de los árboles según las especies. Ravelo *et al.*, (2014) mencionan que las abejas sin aguijón usan un número de especies arbóreas relativamente bajo para la nidificación; Van Veen (1999) analizó 19 colonias de *Melipona beecheii* en Costa Rica, las cuales anidaban en siete diferentes especies de árboles, con una preferencia marcada por *Gliricidia sepium* (madero negro), lo cual coincide con los hallazgos de Moreno y Cardozo (1997), quienes concluyeron que, entre las especies arbóreas de importancia para *M. beecheii* en el establecimiento de sus nidos, se encuentran *Gliricidia sepium* y *Bursera simaruba*. Fonte *et al.* (2009) también determinaron una aparente preferencia de la *M. beecheii* por anidar en troncos de *Gliricidia sepium*, razón por la cual resaltan el importante papel de esa leguminosa forrajera utilizada en cercas vivas, en el mantenimiento de la biodiversidad en los sistemas de producción.



Varias investigaciones han estudiado las abejas nativas en ecosistemas de bosque seco en Guanacaste; por ejemplo, *Frankie et al. (1997)* responsabilizan a la destrucción del hábitat y el desarrollo agrícola como los principales factores causantes de la disminución de la riqueza y abundancia de especies de abejas nativas en sus sitios de estudio, situación que evidenciaron incluso en remanentes boscosos de áreas protegidas. Mencionan que la presencia de periodos lluviosos con baja precipitación, seguidos de períodos de sequías, en combinación con el cambio de uso del suelo, son responsables de la declinación general de las poblaciones de abejas nativas en las tierras bajas de Guanacaste. Estos datos son más preocupantes, al considerar, como lo establecen *Frankie et al. (2018)*, que en Costa Rica hay cerca de 8 500 especies de plantas de floración y cerca de un 60 % de ellas son polinizadas por especies de abejas nativas.

El presente estudio busca documentar las interacciones entre especies de abejas meliponidas y las plantas que utilizan como sitio de anidación y alimento, en tres diferentes ecosistemas del PNG, Costa Rica. Asimismo, se procedió a caracterizar la vegetación arbórea y arbustiva asociada a este importante grupo de insectos y a realizar el análisis palinológico de las cargas de polen portadas por las abejas o recolectadas en sus nidos.

2. Metodología

2.1 Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Área de Conservación Guanacaste (ACG), Parque Nacional Guanacaste (PNG), en los sectores Pocosol y cerro El Hacha (**Figura 1**). En el sector Pocosol se trabajó en bosque secundario (BS) en diferentes estados de sucesión; se tiene referencias de que esos sectores fueron abandonados desde hace 39 y 56 años, lo cual propició su proceso de regeneración. Se ubica en las coordenadas geográficas N 10° 88' 90" y W 85° 58' 60", a 255 m s.n.m., en la zona de vida bosque húmedo premontano transición a basal, según la clasificación de Holdridge (*Tosi, 1969*). En este sitio la precipitación promedio anual es de 1 800 mm y la temperatura media anual de 28 °C (*Solano y Villalobos, s.f.*); presenta un periodo seco que va de noviembre a abril (o de diciembre a mayo, dependiendo de la influencia del ENOS).

El sector cerro El Hacha presenta un bosque primario intervenido (BPI) y se ubica en las coordenadas geográficas N 10° 99' 12" y W 85° 56' 14", entre 300 y 500 m s.n.m., en la zona de vida bosque húmedo tropical, según la clasificación de Holdridge (*Tosi, 1969*), con una precipitación promedio anual de 1 800 mm y una temperatura media anual de 28 °C, cuyo período seco va de noviembre a abril (*Solano y Villalobos, s. f.*).



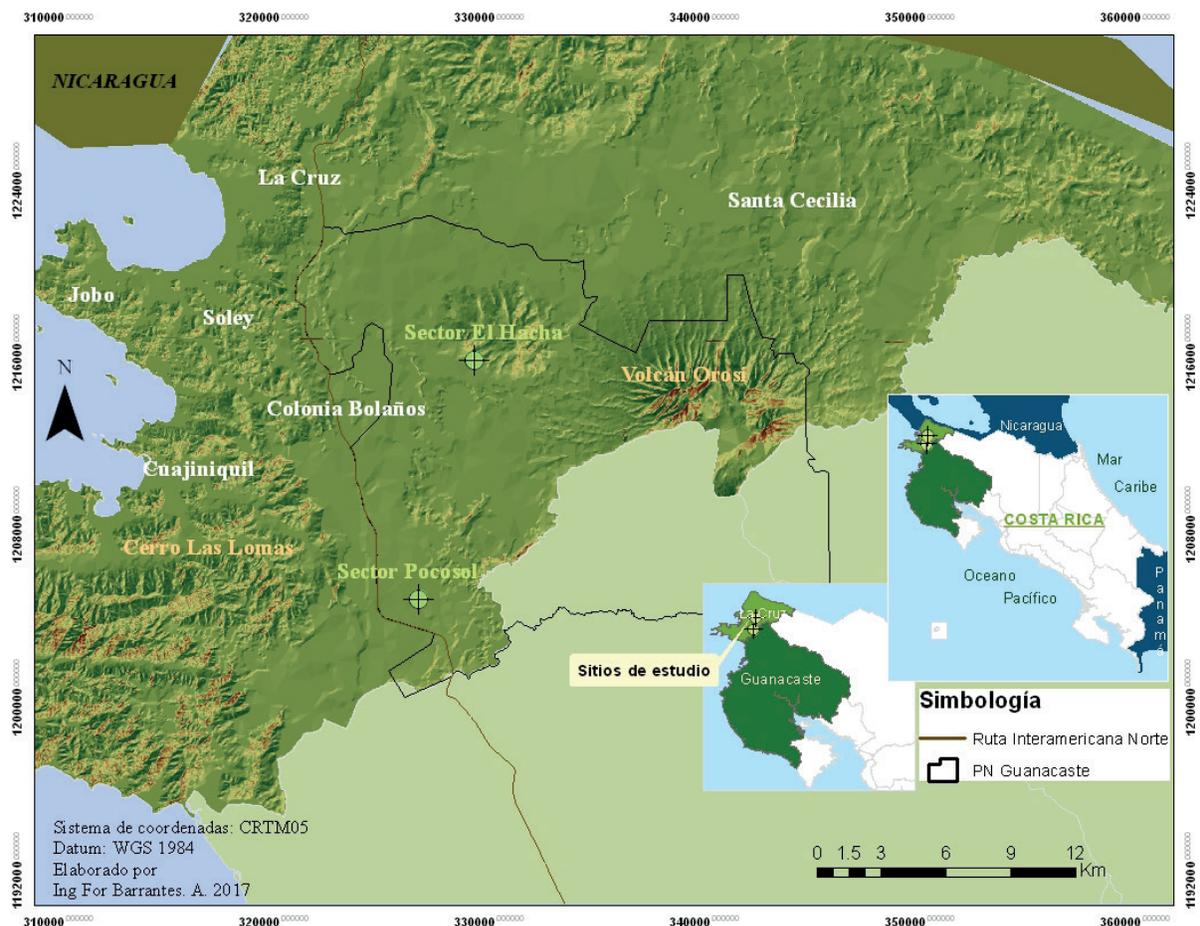


Figura 1. Ubicación del área de estudio y los sitios de muestreo (Sector Pocosol y El Hacha), Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica.

2.2 Disponibilidad de sitios potenciales para anidación

En el bosque secundario del sector Pocosol la topografía es plana y los suelos son entisoles; en cada sector (39 y 52 años) se inventariaron once parcelas de 20 x 20 m (400 m²) para un área total de muestreo de 0.88 ha. Por su parte, en el cerro El Hacha se muestrearon once parcelas de 400 m² (0.44 ha) en lo que corresponde al bosque primario intervenido (**Figura 2a**).

Dado que se cuenta con parcelas permanentes de muestreo (PPM) en bosques secundarios de dos diferentes estados sucesionales, se buscó establecer si existen diferencias en las características del bosque y en la presencia, tanto de nidos como de especies de ASA. Por tal razón, se procedió a documentar las características dasométricas de todos los individuos, según el protocolo establecido para este fin (Sánchez, 2013).



En cada parcela se midió el diámetro a 1.3 m de altura (DAP) de todos los individuos con $dap \geq 10$ cm (árboles); se registró si se encontraba vivo o muerto en pie y se verificó la información taxonómica, colectando muestras botánicas en caso de que fuera necesario corroborar la taxonomía (**Figura 2b**). Se remidieron todos los árboles que ya estaban marcados y mapeados, y se incluyeron los nuevos ingresos, o sea, aquellos árboles que para esta medición ya habían alcanzado los 10 cm de DAP.

2.3 Densidad y distribución espacial de nidos, abejas y colecta de polen

Para cada árbol censado con la metodología descrita en la sección anterior, se determinó, visualmente, la presencia de nidos. Cada nido se georreferenció por medio de un receptor GPS marca Garmin, modelo GPSmap 60CSx, y se registró información como la especie de ASA, altura sobre el tronco a la cual se encontraba el nido, tipo y altura de la piquera (entrada del nido) (**Figura 2c**).

Mediante la utilización de redes entomológicas se colectaron abejas en la entrada de los nidos, las cuales fueron colocadas en pequeños tubos (viales) y trasladadas al laboratorio para su identificación taxonómica, mediante la utilización de claves y comparación con especímenes de la colección de referencia de abejas del CINAT.

Para la determinación de las plantas alimenticias utilizadas por las abejas, se realizó un muestreo en tres nidos de la especie *Scaptotrigona pectoralis* ubicados en los alrededores de las PPM del cerro El Hacha; lo anterior para tener más representatividad en el muestreo, al estar ubicados los nidos de esta especie cercanos entre sí y accesibles en un mismo sector. El muestreo se realizó en la época seca, en tres visitas al área de estudio durante los meses de febrero, marzo y abril de 2015. Durante cada visita se recolectaron 20 abejas obreras por nido. La mitad en un muestreo matutino de las 8:00 a las 11:00 h y la otra mitad en uno vespertino de 15:00 a 18:00 h. Las abejas fueron colectadas durante su llegada al nido, para lo cual se verificó que tuvieran polen en las corbículas. Un total de 180 muestras fueron colectadas (**Figura 2d**).

En la época lluviosa se muestrearon abejas obreras pecoreadoras en el sector Pocosol, en dos nidos de la especie *Trigona fulviventris* ubicados igualmente cercanos entre sí y accesibles para verificar el muestreo durante el mismo periodo de tiempo. Estos se muestrearon durante los meses de setiembre y octubre del año 2015, coincidiendo en este caso con el periodo de lluvias. Se colectó un total de 30 abejas por nido al día (tres días en setiembre y dos en octubre), con una distribución aproximada de la mitad de las abejas colectadas entre las 7:00 y las 10:00 h y el resto de las 14:00 a las 17:00 h, ya que su actividad de pecoreo tiende a disminuir en las horas en que el sol se encuentra en su punto más alto, debido a la elevación de la temperatura (Aguilar y Smith, 2009).

Adicionalmente, en cada una de las visitas, coincidiendo con los periodos de muestreo de abejas, se colectó el polen de plantas en flor dentro de las PPM, para lo que se utilizó, como área de muestreo, transectos aleatorios alrededor de los nidos, tomando, como referencia promedio, un radio óptimo de 500 m, acorde con la actividad de pecoreo de las abejas. Este polen, a su vez,



sirvió como material de referencia para su comparación con el polen que se clasificó a partir de las cargas portadas por las abejas.

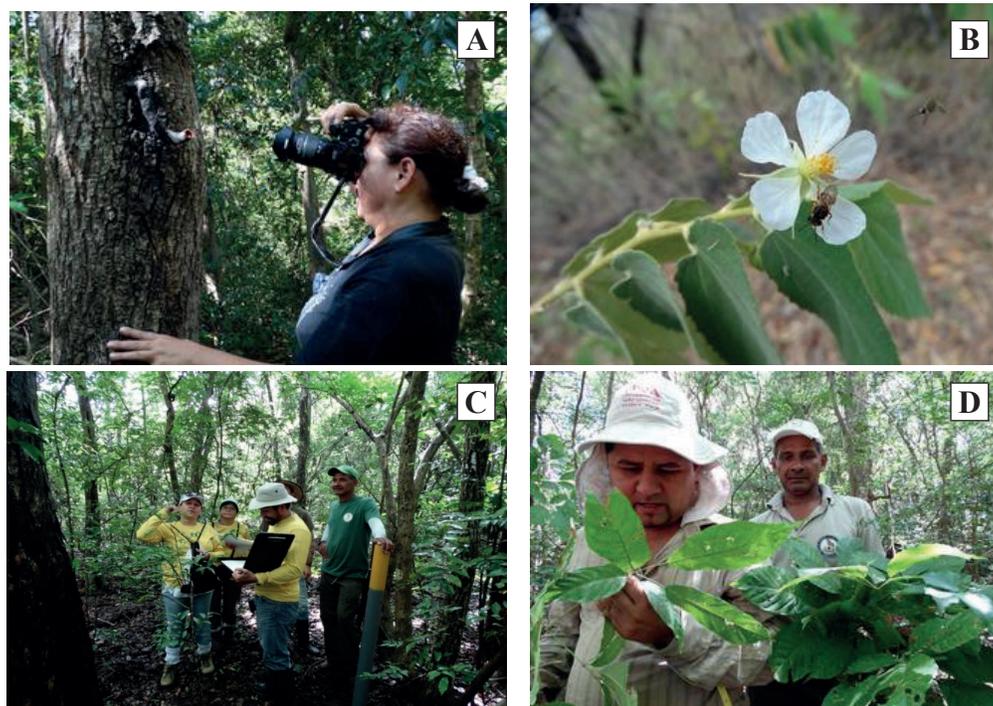


Figura 2. a) I. Aguilar fotografiando nido de *Scaptotrigona pectoralis* en el sector Pocosol; b) Pecoreo de *S. pectoralis* sobre flor de *Muntingia calabura*; c) Parte del equipo en parcela de bosque secundario, sector Pocosol; d) W. Montero y funcionario SINAC en determinación taxonómica

2.4 Análisis palinológico

Para determinar las especies de flora de las cuales las abejas portaban su polen, se utilizaron métodos de análisis palinológico que permitieron establecer, mediante las características morfológicas del grano de polen (polaridad, tamaño, aberturas en la exina y tipo de ornamentación), la ubicación taxonómica a nivel de familia, género y especie. Dichos resultados fueron verificados mediante la comparación de las microfotografías de los granos con las claves taxonómicas de granos de polen del neotrópico, así como la colección de referencia de granos de polen de las plantas del sitio y la del CINAT. Los granos de polen fueron procesados mediante la utilización del método de tinción con safranina (Sánchez, 2001). Este método utiliza las cargas de polen colectadas por las abejas en sus corbículas. Asimismo, en el caso del muestreo de *T. fulviventris*, se modificó dicho método, optando por embeber a la abeja por completo en una solución de jalea de glicerina, previamente teñida con safranina para extraer cualquier grano de polen adherido a su cuerpo; la solución fue colocada en láminas fijas de vidrio y homogenizada mediante calor,





para su posterior observación e identificación del polen al microscopio. Esta modificación se realizó debido a que durante la época de muestreo no se observaron cargas de polen corbiculares en esta especie de abeja.

Para el análisis del polen colectado de las plantas en flor, se realizó una disección y separación de las anteras y estructuras florales de cada una de las especies colectadas e identificadas con anterioridad; las anteras se colocaron en cajas petri rotuladas para evitar la combinación del polen de cada planta, se introdujeron en un beaker con 15 ml de agua destilada para llevar a ebullición a una temperatura de 400 °C, con el propósito de separar los granos de polen de las anteras. Posteriormente se realizó una filtración de la solución para separar las estructuras florales de mayor tamaño, la solución filtrada se vertió en tubos de ensayo utilizando una balanza para igualar volúmenes antes de centrifugar durante siete minutos a 3 500 rpm, para luego eliminar el líquido sobrenadante por decantación de un golpe; este paso se repitió dos veces para recuperar la mayor parte del polen por sedimentación. Adicionalmente, se preparó una solución de glicerol (50 % glicerina + 50 % agua, 25 ml respectivamente), la cual permite que el polen se mantenga fresco durante más tiempo, se adicionaron 10 gotas de safranina a cada tubo, para teñir las células vivas y se colocaron los tubos en un espacio carente de luz, para lograr que la solución de safranina penetrara en la pared de la célula del polen. De igual forma los tubos se centrifugaron, decantaron y dejaron en reposo en posición completamente vertical; de esta manera, los granos de polen quedan embebidos en la parte superior del tubo. Posteriormente se colocaron a secar en la estufa a 60 °C durante 15 minutos. Finalmente, con la ayuda de una aguja de disección, se frotó con porciones pequeñas de gel de glicerina en la parte superior del tubo, donde se encontraban concentrados los granos de polen y se procedió a elaborar las láminas fijas para la observación del polen al microscopio.

3. Resultados

Con respecto a la composición florística y área basal de los sitios de estudio, se determinaron las características de cada tipo de bosque, según se indica en el **Cuadro 1**. Los datos sobre composición florística de los tres sitios en su conjunto indican la presencia de 37 familias, 70 géneros y 84 especies de árboles con DAP ≥ 10 cm, donde es evidente la riqueza de la familia Fabaceae en los tres sitios de estudio. La cantidad de especies y la riqueza por familias fue muy similar en los dos tipos de bosque secundario, a pesar de existir una diferencia de 17 años entre uno y otro. En el **Apéndice 1** se muestra la lista con los nombres comunes y científicos de todas las especies arbóreas inventariadas en las tres parcelas.



Cuadro 1. Características del bosque y composición florística por sitio de estudio

Sector	Tipo de bosque	N.º indiv ha ⁻¹	Área basal m ² ha ⁻¹	N.º familias en 0.44 ha	N.º de especies	Familias más ricas (número de especies)
Pocosol 1	Secundario de 39 años	491	30.4	22	40	Fabaceae/Papilionoideae (5), Rubiaceae (5) y Salicaceae (4) Fabaceae/Papilionoideae (5)
Pocosol 2	Secundario de 56 años	495	27.6	22	41	Rubiaceae (5) Anacardiaceae (4)
Cerro El Hacha	Primario intervenido	498	32.3	31	57	Fabaceae/Papilionoideae (6), Rubiaceae (5) y Boraginaceae (4) Malvaceae (4)

Adicionalmente, en los alrededores de las parcelas, se realizaron colectas de plantas en floración, lo cual dio como resultado la presencia de 30 especies adicionales, entre ellas una especie arbórea, nueve arbustos, doce hierbas, cinco lianas herbáceas y tres lianas leñosas. La lista completa de las especies mencionadas se muestra en el **Apéndice 2**.

El bosque secundario de 56 años muestra una mayor cantidad de individuos por ha con respecto al bosque secundario de 35 años, pero una disminución en el área basal por ha; el bosque primario intervenido es el que presenta mayor cantidad de individuos y mayor área basal por ha. Por otra parte, en el bosque secundario de Pocosol la especie *Q. oleoides* es la que presenta el mayor índice de valor de importancia (IVI = 69.71), lo cual significa el 23.23 % del total del IVI e indica la importancia ecológica relativa de la especie en este ecosistema. La situación es similar en el cerro El Hacha, pues la especie *Q. oleoides* alcanza un IVI de 43.10, correspondiente al 14 % del IVI del bosque primario intervenido.

Dado que los datos de composición florística y área basal mostraron pocas diferencias en los tres sitios de estudio, se optó por analizar los datos del inventario de nidos de ASA de manera conjunta, lo cual dio como resultado que se localizaron un total de 35 nidos de abejas sin aguijón, más una colmena de *Apis mellifera*, para una densidad total de 4.43 nidos/ ha⁻¹ (**Figura 3**).

En el bosque primario intervenido se hallaron las especies *Scaptotrigona pectoralis*, *Paratamona orizabaensis*, *Plebeia frontalis* y *Plebeia* sp., las cuales fueron exclusivas de ese tipo de ecosistema; solamente una especie de ASA se ubicó en los tres tipos de bosque estudiados: *Trigona fulviventris*. En el bosque secundario (sectores 1 y 2 de Pocosol) se logró ubicar las especies *Tetragonisca angustula*, *Tetragona zieglerei* y *Nannotrigona perilampoides* (**Figura 3**).



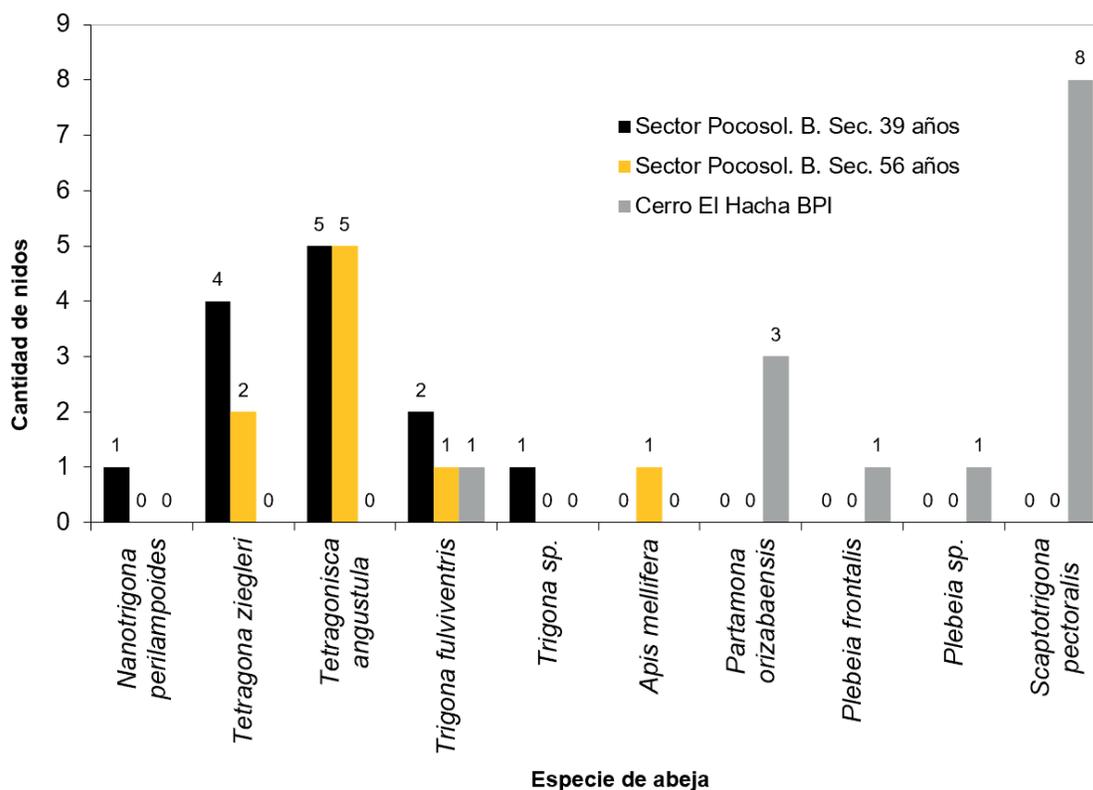


Figura 3. Cantidad de nidos por especie de abeja en cada sector.

En la **Figura 4** se muestra la preferencia de las abejas por las distintas especies arbóreas. El 50 % de los nidos se encontraron en el *Quercus oleoides*, además de ello, seis de las 10 especies de abejas los construyeron en los troncos de esta misma especie. Todos los nidos de *Partamona orizabaensis* fueron construidos en los troncos del *Ficus sp.* En troncos de árboles muertos se ubicaron tres nidos de tres especies de ASA (*Tetragona zieglerei*, *Tetragonisca angustula* y *Trigona sp.*). La especie arbórea *Rehdera trinervis*, un árbol de porte bajo, de fuste acanalado, que permite a las ASA construir sus nidos en medio de los intersticios del tronco, fue la segunda especie más utilizada, con un 14 % de los nidos. Las abejas de la especie *Tetragonisca angustula* utilizaron varias especies arbóreas para construir sus nidos (cinco los hicieron en el encino y uno en cada una de las siguientes especies: *Bursera simaruba*, *Lonchocarpus rugosus*, *Tabebuia ochraceae*, *Rehdera trinervis* y en un árbol de especie indeterminada, pues se encontraba seco).

Las especies de abejas con mayor cantidad de nidos (considerando los tres sitios) fueron: *Tetragonisca angustula* (n=10); *Scaptotrigona pectoralis* (n=8); *Tetragona zieglerei* (n=6); *Trigona fulviventris* (n=3) y *Partamona orizabaensis* (n=3).



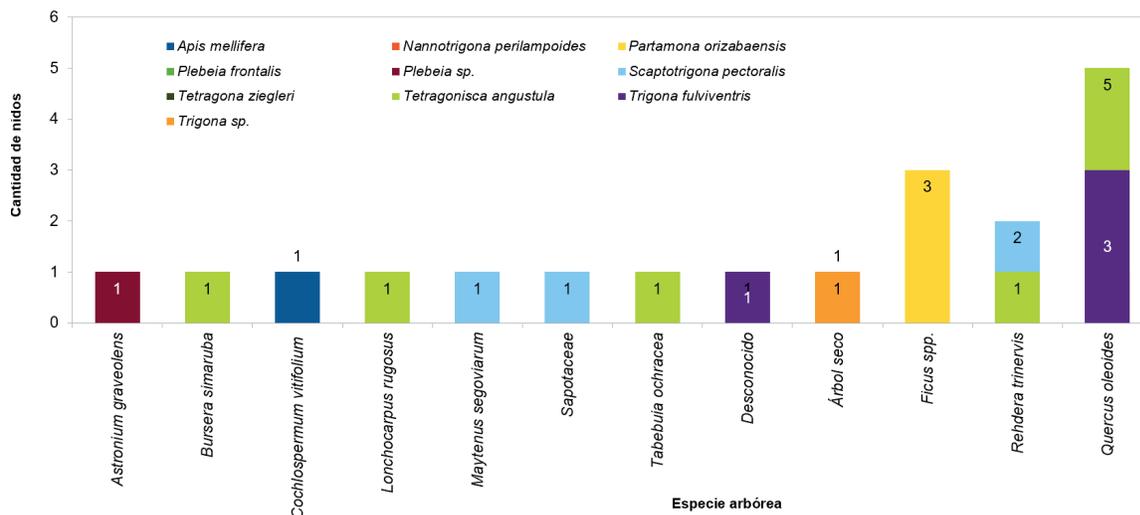


Figura 4. Cantidad de nidos por especie de abeja y por especie arbórea.

La Figura 5 muestra la selección del sitio (por especie de abeja) según el DAP del árbol donde construyeron sus nidos. La especie *Partamona orizabaensis* fue la que utilizó el árbol más grueso, de más de 2 m de DAP (la especie arbórea no se indica en el gráfico, pero se trató de un *Ficus* sp.); por su parte la especie *Scaptotrigona pectoralis* utilizó diferentes estratos del bosque para ubicar sus nidos, pues estos mismos se encontraron desde alturas menores a un metro hasta los 12 m de altura, resultado coincidente con lo reportado por Vergara *et al.* (1986). La especie *T. fulviventris* seleccionó alturas a nivel del suelo (tierra o raíces); los nidos de *Tetragonisca angustula* que se logró inventariar estaban ubicados desde el nivel del suelo hasta alturas menores a 3.5 metros.



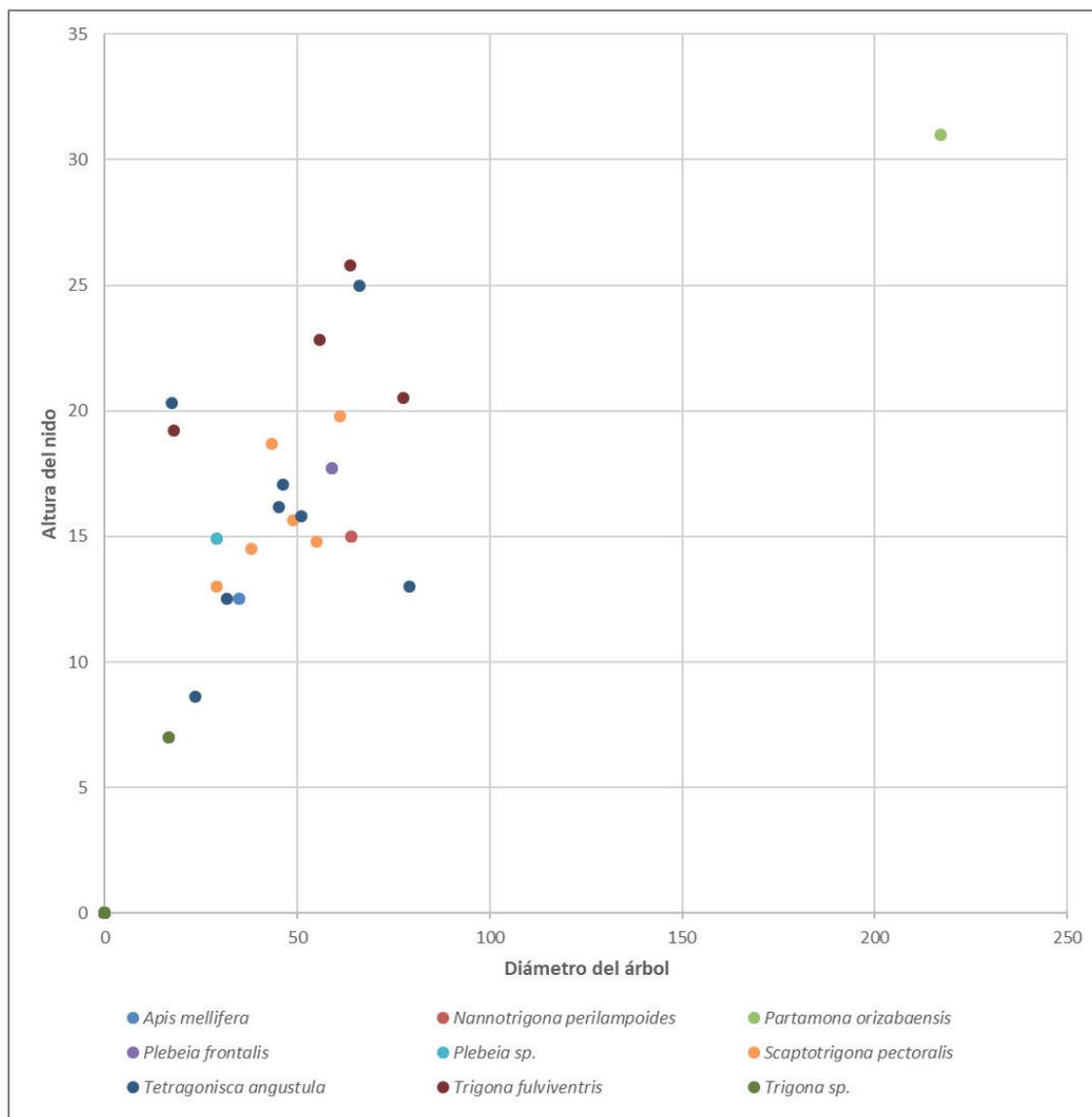


Figura 5. Altura de los nidos por especie de ASA y diámetro de los árboles donde los construyeron.

En el estudio palinológico realizado con muestras de polen de *Scaptotrigona pectoralis* del cerro El Hacha y *Trigona fulviventris* del sector Pocosol, de las 184 muestras analizadas, 32 de ellas (17 %) no evidenciaron ningún tipo polínico presente. En los dos nidos de *Trigona fulviventris* se determinó un total de 26 tipos polínicos distintos, pertenecientes a 19 familias botánicas, de los cuales 14 fueron determinados a nivel de especie y los restantes 12 solamente a nivel





de género. La familia que presentó mayor número de especies fue Fabaceae, subfamilia Papilionoideae, con cuatro especies, el resto de las familias visitadas por *T. fulviventris* estuvo representado en su mayoría por una o dos especies. La especie más representativa en los estudios de las cargas polínicas corresponde a *Baltimora recta*, una planta de pequeño porte, perteneciente a la familia Asteraceae, con una abundancia del 35 % para el nido 2 y cerca del 20 % para el nido 1. Los restantes recursos polínicos se encontraron en proporciones menores al 20 %. Entre los árboles identificados mediante el polen analizado se encuentran *Astronium graveolens* (ron-ron), *Cecropia* sp. (guarumo), *Trema micrantha* (jucó), *Inga* sp. (guaba), *Andira inermis* (almendro de montaña), *Lonchocarpus* sp. (chaperno), *Miconia argentea* (María colorada), *Eugenia* sp. y *Triplaris* sp. (hormigo). De esas especies solamente cuatro fueron inventariadas dentro de las parcelas (*A. graveolens*, *M. argentea*, *Lonchocarpus* sp. y *Eugenia* sp.).

El estudio del comportamiento de la especie *Scaptotrigona pectoralis*, en la época seca (meses de febrero, marzo y abril), mediante la colecta de abejas en tres nidos del BPI del cerro El Hacha permitió identificar un total de 26 morfotipos de polen en las 180 muestras recolectadas; de los 26 morfotipos de polen se logró identificar 17 a nivel de especie, 9 permanecieron a nivel de género de un total de 15 familias. Se determinó que las especies de árboles más visitados por *Scaptotrigona pectoralis* durante los muestreos fueron *Cupania guatemalensis* (cantarillo), *Byrsonima crassifolia* (nance), *Eugenia* sp., *Miconia argentea*, *Brosimum alicastrum* (ojoche) y en menos proporción *Cedrela odorata* (cedro) y *Quercus oleoides* (encino). Con respecto a la cantidad de polen encontrado por especie dentro de las diferentes muestras, se obtuvo que la mayor parte del polen en las muestras pertenece a las especies *Byrsonima crassifolia* (nance), *Cupania guatemalensis* (cantarillo) y *Brosimum alicastrum* (ojoche).

4. Discusión

Al analizar la composición florística de los tres sitios, se destaca la riqueza de la familia Fabaceae, lo cual es particularmente importante para la alimentación de las abejas, pues sus especies (que van desde plantas de pequeño porte, lianas, arbustos y árboles) presentan floraciones muy abundantes y constantes a lo largo del año.

La cantidad de especies y la riqueza por familias fue muy similar en los dos tipos de bosque secundario, a pesar de existir una diferencia de 17 años entre uno y otro. Esto puede estar asociado a que en el bosque seco los ciclos de crecimiento se ven limitados por la periodicidad de lluvias; lo que puede generar que existan pocas diferencias perceptibles en periodos de tiempo menores a 50 años.

La densidad de nidos encontrada fue de 4.43 nidos/ha⁻¹; por su parte Roubik (1983), en un estudio realizado en bosque húmedo y lluvioso tropical en Panamá, encontró 6.0 nidos/ha⁻¹; mientras que Eltz *et al.* (2002) encontraron en los bosques de dipterocarpaceas de Malasia, densidades altas (media de 8.4 nidos/ha⁻¹) en los sectores que bordean manglares y densidades bajas (entre 0 y 2.1 nidos/ha⁻¹, promedio de 0.5 nidos/ha⁻¹) en los bosques continuos.



En el presente estudio, en troncos del *Quercus oleoides* se identificaron nidos de seis especies de ASA, lo cual da indicios de una preferencia por la especie. Estos troncos usualmente presentan cavidades, las cuales podrían originarse debido a los daños causados por los recurrentes incendios forestales de la época seca. Otras especies arbóreas también utilizadas fueron *Astronium graveolens* (ron-ron), *Bursera simaruba* (indio pelado) y *Ficus* sp. (higuerón). Por su parte, Roubik (1983) reportó la presencia de nidos en los troncos del *Brosimum alicastrum* en bosque tropical lluvioso de Panamá y Ravelo *et al.* (2014) determinaron que *Melipona beecheii*, en Cuba, hace uso de un total de 15 especies de árboles para su nidificación, entre los cuales, los más frecuentemente utilizados fueron: *Bursera simaruba*, *Guazuma ulmifolia*, *Psidium guajava*, *Mangifera indica* y la palma *Roystonea regia*. Leal (2010, citado por Ravelo *et al.*, 2014) también encontró una mayor cantidad de nidos en árboles de *Bursera simaruba* en las formaciones boscosas galería y siempreverde en Cuba. Según lo mencionado por Aguilar *et al.* (2013), los árboles del género *Ficus* son usados por las abejas sin aguijón de Costa Rica como sustrato para el establecimiento de sus colonias.

Tal como se muestra en la **Figura 3**, en el BPI fue donde se encontró la mayor cantidad de nidos (14); hay cuatro especies de ASA que son exclusivas del BPI del cerro El Hacha y no se encontraron en ninguno de los bosques secundarios estudiados en el sector Pocosol. La especie *Scaptotrigona pectoralis*, la cual es exclusiva del BPI, fue la que presentó la mayor abundancia de nidos, con un total de ocho.

En el presente estudio, la altura de construcción de los nidos fue variable; por ejemplo, los nidos de *Partamona orizabaensis* se ubicaron en el dosel intermedio e inferior (4 a 7 m), lo cual coincide con lo reportado por Jarau & Barth (2008), quienes los encontraron en cavidades en el suelo, en los troncos de los árboles, entre las raíces de epífitas o incluso en nidos de aves abandonados. Llama la atención la adaptabilidad de la especie *S. pectoralis*, la cual utilizó diferentes estratos del bosque, desde alturas menores a un metro hasta los 12 m de altura; mientras que los nidos de la *T. fulviventris* se encontraron en el suelo o en la base de árboles, coincidiendo con lo reportado por Roubik (2006), o por Jarau & Barth (2008) en su estudio en la región de Golfo Dulce, Costa Rica.

En el cerro El Hacha se colectaron y procesaron muestras de polen de tres nidos de *Scaptotrigona pectoralis*, durante el período de máxima floración (estación seca) de febrero a abril de 2015; mientras que en el sector Pocosol, las muestras de polen fueron colectadas de dos nidos de *Trigona fulviventris* en la época de menor floración (estación lluviosa) de setiembre a octubre de 2015.

Dado que las muestras de polen de nidos de ASA se colectaron en distintas épocas (estación seca en cerro El Hacha y estación lluviosa en sector Pocosol), esto podría estar generando diferencias muy significativas en los resultados para cada sitio, ya que la mayor explosión de floraciones, en general, se da durante la época seca (noviembre a mayo) y son pocas las especies con floración entre junio y octubre, por ejemplo, *Acosmium* (árbol perteneciente a la familia Fabaceae) y algunas Sapotaceas como *Manilkara* o *Sideroxylon*. Al respecto, Ramalho *et al.* (1990)





indican que las preferencias en las colectas suelen estar influenciadas por la estacionalidad climática y la disposición del recurso floral en el tiempo.

Es importante indicar que los resultados obtenidos para *Scaptotrigona pectoralis* en el cerro El Hacha coinciden con otros estudios que revelan la importancia alimenticia de las familias Myrtaceae, Melastomataceae, Moraceae y Sapindaceae para las abejas sin aguijón en el Neotrópico (Ramalho *et al.*, 1990; Wilms y Wiechers, 1997). A diferencia de lo reportado también en esas investigaciones, se encontraron pocas plantas de la familia Asteraceae con un papel relevante para las abejas en el sector cerro El Hacha, posiblemente debido a que se trata de un bosque en un estado más maduro, donde dicha familia está poco representada. En contraposición, en el sector Pocosol, para la especie *Trigona fulviventris*, la especie *Baltimora recta*, (familia Asteraceae) resultó ser la especie más abundante. En los diferentes muestreos realizados en Pocosol, esta planta herbácea apareció como el recurso más importante en las colectas durante la época lluviosa, lo cual brindó un indicio sobre el comportamiento fenológico de la planta, pues al presentarse un invierno más seco, influenciado por el efecto del Niño, su periodo de floración se amplió, posiblemente como repuesta adaptativa a esa variación climática. Usualmente esta planta florece en junio y julio, alrededor del “veranillo” y luego cuando las lluvias se intensifican las flores tienden a desaparecer (Espina y Ordetx, 1983).

La cantidad de familias identificadas en el estudio palinológico coincide con los resultados obtenidos por Ferreira y Absy (2013), quienes analizaron polen de *Melipona (Melikerria) interrupta* en el municipio de Manacapuru, Estado de Amazonas, Brasil y, en las muestras de residuos evaluadas, identificaron 32 tipos polínicos, que representaban 19 familias botánicas, y tres tipos de polen no estaban determinados. Al igual que en el presente estudio, Ferreira y Absy (2013) encontraron que la familia más representativa fue Fabaceae (Mimosoideae), con ocho tipos de polen.

5. Conclusiones

Desde el punto de vista florístico, la familia botánica dominante en las tres condiciones de bosque fue la Fabaceae, la cual es de gran relevancia para el ecosistema por su abundante floración, utilizada por las abejas sin aguijón como fuente de polen y néctar; aspecto que se logró comprobar, pues de los tipos polínicos identificados que portaban las abejas, cuatro pertenecían a esta familia.

La especie *Quercus oleoides* fue la preferida por las abejas sin aguijón como sitio de anidación, es además la que presenta el mayor IVI en todos los sectores y los mayores DAP en las PPM, por lo que cumple un papel importante para la conservación de las poblaciones de abejas sin aguijón en estos bosques.

En el caso de la *Scaptotrigona pectoralis*, se sugiere la existencia de una especificidad cuantitativa y cualitativa en las preferencias de visita floral de la especie. Por su parte, para *Trigona fulviventris* no es posible asegurar una especificidad en la dominancia presente en las colectas para



la época del año analizada, en lo relativo a la posible relación entre esta especie y las plantas más representativas del estudio, ya que las limitaciones de recursos nutricionales que se presentaron en el sitio, en conjunto con las necesidades alimenticias de la población de las colonias, obliga a las abejas a recurrir a múltiples fuentes de nutrición.

El conocimiento generado en este estudio sobre las poblaciones de abejas sin aguijón en el ACG y su asociación con el hábitat se convierte en una herramienta para la determinación de la vulnerabilidad de estos insectos en los escenarios que se presentan, producto de la variabilidad ambiental y la acción antropogénica directa. Además, se podrán generar, en el futuro, criterios de uso sustentable y sostenible para las abejas en su entorno y favorecer, así, que continúen brindando los servicios ecosistémicos de polinización al bosque seco tropical.

6. Agradecimientos

El equipo autor agradece al Fondo Institucional de Desarrollo Académico (FIDA) de la Universidad Nacional (UNA) por el aporte financiero para la ejecución del proyecto “*Dinámica de los ecosistemas forestales de bosque seco en Costa Rica y su impacto en las poblaciones de abejas nativas: protección de polinizadores y plantas hospederas asociadas*”. Al ingeniero forestal Pablo Montoya Gutiérrez, por su apoyo en el trabajo de campo, y al personal del Área de Conservación Guanacaste (sector Pocosol) y de la Estación Experimental Forestal Horizontes, por toda la colaboración brindada. Finalmente, agradecemos a la Revista y las personas revisoras anónimas por sus oportunas observaciones realizadas a la versión final del documento.

7. Referencias

- Aguilar, I., Herrera, E. y Zamora, G. (2013). Stingless bees of Costa Rica. En Vit, P., Pedro, S. y Roubik, D. , M. Pcompletar apellido y Roubik D. Pcompletar apellido (Eds.), *Pot Honey. Vit.* Springer New York. Recuperado de <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4614-4960-7>.
- Aguilar Sierra, C. I. y Smith Pardo, A. H. (2009). Abejas visitantes de *Mimosa pigra* L. (Mimosaceae): Comportamiento de pecoreo y cargas polínicas. *Acta Biológica Colombiana*, 14(1), 109-120. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v14n1/v14n1a06.pdf>
- Araújo, E. D., Costa, M., Chaud-Netto, J. y Fowler, H. G. (2004). Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. *Brazilian Journal of Biology*, 64(3B), 563–568. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842004000400003>
- Batista, M., Abreu, B., Dutra, R., Cunha, M., do Amaral, F., Torres, L. y Ribeiro, M. (2016). Chemical composition and antioxidant activity of geopropolis produced by *Melipona fasciculata*





- (Meliponinae) in flooded fields and cerrado areas of Maranhão State, northeastern Brazil. *Acta Amazonica*, 46(3), 315–322. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201600034>
- Eltz, T., Brühl, C. A. y Linsenmair, K. E. (2002). Determinants of stingless bee nest density in lowland dipterocarp forests of Sabah, Malaysia. *Oecologia*, 131(1), 27–34. doi: 10.1007/s00442-001-0848-6
- Espina, D. y Ordetx, G. S. (1983). *Flora apícola tropical*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Ferreira, M. G. y Absy, M. L. (2013). Pollen analysis of the post-emergence residue of *Melipona (Melikerria) interrupta* Latreille (Hymenoptera: Apidae) bred in the central Amazon region. *Acta Botanica Brasílica*, 27(4), 709–713. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000400009>
- Figueroa-Mata, G., Prendas-Rojas, J. P., Ramírez-Bogantes, M., Aguilar-Monge, I., Herrera-González, E. y Travieso-González, C. M. (2016). Identificación de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) a partir de la clasificación de los descriptores SIFT de una imagen del ala derecha anterior. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(5), 51–63. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i5.2585>
- Fonte, L., Betancourt, D., Demedio, L. y Aguilar, I. (2009). *Gliricidia sepium*: Leguminosa forrajera útil como habitáculo de *Melipona beecheii* en sistemas agrarios. *Revista Biocenosis*, 22 (1-2).
- Frankie, G. W., Vinson, S. B., Rizzardi, M. A., Griswold, T. L., O'Keefe, S. y Snelling, R. R. (1997). Diversity and Abundance of Bees Visiting a Mass Flowering Tree Species in Disturbed Seasonal Dry Forest, Costa Rica. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 70(4), 281-296.
- Frankie, G. W., Vinson, S. B., Rizzardi, M. A., Griswold, T. L., Coville, R. E., Grayum, M. H., Martinez, L. E. S., Foltz-Sweat, J., y Pawelek, J. C. (2013). Relationships of Bees to Host Ornamental and Weedy Flowers in Urban Northwest Guanacaste Province, Costa Rica. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 86(4), 325-351. doi: 10.2317/JKES121222.1
- Frankie, G. W., Coville, R. E., Pawele, J. C., Jadallah, C. C., Vinson, S. B. y Martínez, L. E. S. (2018). Bee-Flower-People Relationships, Field Biologists, and Conservation in Northwest Urban Costa Rica and Beyond. *Zoosymposia*, 12, 018–028. doi: 10.11646/zoosymposia.12.1.4
- Freitas, B. M., Imperatriz-Fonseca, V. L., Medina, L. M., Kleinert, A. de M. P., Galetto, L., Nates-Parra, G., y Quezada-Euán, J. J. G. (2009). Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie*, 40(3), 332-346. doi:10.1051/apido/2009012.
- Jarau, S., y Barth, F. G. (2008). Stingless bees of the Golfo Dulce region, Costa Rica (Hymenoptera, Apidae, Apidae, Meliponini). *Zugleich Kataloge der oberösterreichischen Landesmuseen*, 80, 267-276.





- Moreno F. A. y Cardozo A. F. (1997). Abundancia de abejas sin aguijón (Meliponinae) en especies maderables del Estado de Portuguesa, Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical*, 6(1-2), 53-56.
- Prendas, J. P., Figueroa, G., Travieso, C., Herrera, E., Aguilar, I. y Ramírez, M. (2013). Sistema automático de clasificación de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) basado en el contorno y venación de sus alas. Propuesta y avances. En *Memoria del VIII Congreso Mesoamericano de abejas nativas: Biología, cultura y uso sostenible*. Heredia, Costa Rica. 26 al 31 de agosto de 2013. Recuperado de <http://www.cinat.una.ac.cr/VIIICongresoMesoamericano/docs/Memoria.pdf>
- Ramalho, M., Kleinert-Giovannini, M. y Imperatriz-Fonseca, V. L. (1990). Important bee plants for stingless bees (Melipona and Trigonini) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie*, 21(5), 469-488. <https://doi.org/10.1051/apido:19900508>
- Ravelo, K., Hernández, F., Paneque, I., Toledo, L. y Gutiérrez, H. (2014). Relación de la población natural de abejas de la tierra (*Melipona beecheii*) con la flora en el valle San Andrés. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 2(1), 21-34.
- Roubik, D. (1983). Nest and colony characteristics stingless bees Panama. *J. Kansas Ent. Soc.*, 56(3), 327-355.
- Roubik, D. (2006). Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, 37(2006), 124-143 doi: 10.1051/apido:2006026
- Sánchez, L. A. (2001). Métodos palinológicos de análisis. (Documento no publicado). Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT-UNA). Heredia, Costa Rica.
- Sánchez, M. (2013). *Protocolo de establecimiento y medición de parcelas permanentes de muestreo en bosque natural. para la Red de parcelas permanentes de monitoreo de ecosistemas forestales (RedMEF)*. Instituto de Investigación y Servicios Forestales. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Slaa, E., Sánchez, L. A., Malagodi-Braga, K. y Hofstede, F. (2006). Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. *Apidologie*, 37(2006), 293-315. <https://doi.org/10.1051/apido:2006022>
- Solano, J. y Villalobos, R. (s. f.) Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica.





Sparagnino, C., Chianetta, P., y Basilio, A. M. (2014). Especies arbóreas utilizadas por abejas meliponas (Apidae: Meliponini) en el bosque chaqueño semiárido en Formosa (Argentina). *Agronomía y Ambiente*, 34(2014), 85-91.

Tosi, J. (1969). Mapa ecológico de Costa Rica. Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica.

Van Veen, J. W. (1999). *Colony reproduction in stingless bees*. Costa Rica: Litografía e imprenta Lil.

Vergara, B., Villa, A. y Nates, G. (1986). Nidificación de meliponinos (Hymenoptera: Apidae) de la Región Central de Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 34(2), 181-184.

Wille, A. (1983). Biology of the stingless bees. *Annual review of entomology*, 28(1), 41-64. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.000353>

Wilms, W. y Wiechers, B. (1997). Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. *Apidologie*, 28, 339-355. <https://doi.org/10.1051/apido:19970602>

8. Apéndices

Apéndice 1. Lista de árboles inventariados en las parcelas

Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton y Ros	Fabaceae/Mimosoideae	Guanacaste blanco
<i>Amyris pinnata</i> Kunth	Rutaceae	ND
<i>Annona purpurea</i> Moc. y Sessé ex Dunal	Annonaceae	Toreta, soncoya
<i>Annona reticulata</i> L.	Annonaceae	Anona, anonillo
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Malvaceae	Peine de mico
<i>Ardisia revoluta</i> Kunth	Primulaceae	Tucuico
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	Ron ron
<i>Bourreria grayumii</i> Gottschling y J.S. Mill.	Boraginaceae	ND
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	Jiñocuabe, indio pelado
<i>Bursera tomentosa</i> (Jacq.) Triana y Planch.	Burseraceae	Caraño
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Malpighiaceae	Nance
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	Rubiaceae	Madroño
<i>Casearia praecox</i> Griseb.	Salicaceae	Varasón
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	Huesillo
<i>Cassipourea guianensis</i> Aubl.	Rhizophoraceae	ND
<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	Rubiaceae	Malacahuite
<i>Chrysophyllum brenesii</i> Cronquist	Chrysobalanaceae	ND
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bixaceae	Poro-poro





Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz y Pav.) Oken	Boraginaceae	Laurel
<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	Boraginaceae	Muñeco
<i>Cordia panamensis</i> L. Riley	Boraginaceae	Muñeco
<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl.	Fabaceae/Papilionoideae	Cocobola
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Fabaceae/Caesalpinioideae	Tamarindo de montaña
<i>Dilodendron costaricense</i> (Radlk.) A. H. Gentry y S	Sapindaceae	Iguano
<i>Erblichia odorata</i> Seem.	Turneraceae	ND
<i>Eugenia hypargyrea</i> Standl.	Myrtaceae	ND
<i>Exostema mexicanum</i> A. Gray	Rubiaceae	ND
<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich.	Rubiaceae	Cafecillo
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Moraceae	Higuerón
<i>Garcinia intermedia</i> (Pittier) Hammel	Clusiaceae	Jorco
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Guaitil, tapaculo
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp. e	Fabaceae/Papilionoideae	Madero negro
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Capulín
<i>Guettarda macrosperma</i> Donn. Sm.	Rubiaceae	Madroño negro
<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	Euphorbiaceae	ND
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Bignoniaceae	ND
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	ND
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Bignoniaceae	Cortez
<i>Heisteria cyanocarpa</i> Poepp.	Olacaceae	ND
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae/Caesalpinioideae	Guapinol
<i>Karwinskia calderoni</i> Standl.	Rhamnaceae	Chiliguiste
<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urb.	Rhamnaceae	Quebra hacha
<i>Lonchocarpus acuminatus</i> (Schltdl.) M. Sousa	Fabaceae/Papilionoideae	Chaperno
<i>Lonchocarpus felipei</i> N. Zamora	Fabaceae/Papilionoideae	Chaperno
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	Fabaceae/Papilionoideae	Chapernillo
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth	Fabaceae/Papilionoideae	Carao macho
<i>Lonchocarpus oliganthus</i> F.J. Herm.	Fabaceae/Papilionoideae	Chaperno
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Malvaceae	Guácimo
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J. F. Macbr.	Fabaceae/Mimosoideae	Quebracho
<i>Mabea montana</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	ND
<i>Mabea occidentalis</i> Benth.	Euphorbiaceae	ND
<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	Fabaceae/Papilionoideae	Espino negro
<i>Manilkara chicle</i> (Pittier) Gilly	Sapotaceae	Nispero chicle
<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	Phyllanthaceae	ND





Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Maytenus segoviarum</i> Standl. y L.O. Williams	Celastraceae	ND
<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.	Melastomataceae	María colorada
<i>Mouriri myrtilloides</i> (Sw.) Poir.	Melastomataceae	Huesillo
<i>Nectandra salicina</i> C.K. Allen	Lauraceae	Ira
<i>Ocotea veraguensis</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	Canelillo, canelo
<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	Rutaceae	Talcacao
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. y Schult.	Rubiaceae	Guayaba de mono
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	Sapotaceae	Nispero zapote
<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	Malvaceae	Ceibo
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Myrtaceae	Cacique
<i>Quercus oleoides</i> Schlttdl. y Cham.	Fagaceae	Encino
<i>Rehdera trinervis</i> (S.F. Blake) Moldenke	Verbenaceae	Melón/Yayo
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	Danto
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Euphorbiaceae	Yos
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm.	Araliaceae	Pava, probado, fosoforillo
<i>Sebastiania pavoniana</i> Mull. Arg.	Euphorbiaceae	Palo de sapo
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	Salicaceae	Guácharo
<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.) Pittier	Sapotaceae	Tempisque
<i>Simarouba glauca</i> DC.	Simaroubaceae	Aceituno
<i>Sloanea terniflora</i> (Moc. y Sesse ex DC.) Sta	Elaeocarpaceae	Pica pica, terciopelo
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Jobo
<i>Swartzia nicaraguensis</i> (Britton y Rose) Standl.	Fabaceae/Papilionoideae	Carboncillo
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae	Caoba
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	Bignoniaceae	Cortez amarillo
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Bignoniaceae	Cortez negro
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Bignoniaceae	Cortez amarillo
<i>Wimmeria bartlettii</i> Lundell	Celastraceae	Quebracha
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	Annonaceae	Pavito, malagueto
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton y Millsp.	Salicaceae	Plomo



Apéndice 2. Lista de plantas en flor colectadas en las parcelas y sus alrededores

Nombre científico	Familia	Nombre común
Árboles		
<i>Muntingia calabura</i> L.	Muntingiaceae	Capulín
Arbustos		
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	Rubiaceae	Trompillo
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	Acanthaceae	Cola de gallo
<i>Calliandra rubescens</i> (M. Martens y Galeotti) Standl.	Fabaceae/Mimosoideae	Plumerillo
<i>Helicteres guazumifolia</i> Kunth	Malvaceae	Rabo de choncho
<i>Jacquinia nervosa</i> C. Presl	Primulaceae	Siempreverde
<i>Quassia amara</i> L.	Simaroubaceae	Hombre grande
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight y Arn.	Fabaceae/Mimosoideae	Cornizuelo
<i>Varronia guanacastensis</i> (Standl.) J.S. Mill.	Boraginaceae	Varilla negra
<i>Varronia inermis</i> (Mill.) Borhidi	Boraginaceae	Varilla negra
Hierbas		
<i>Baltimora recta</i> L.	Asteraceae	ND
<i>Calea jamaicensis</i> (L.) L.	Asteraceae	ND
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Lamiaceae	ND
<i>Kallstroemia pubescens</i> (G. Don) Dandy	Zygophyllaceae	Verdolaga
<i>Lantana camara</i> L.	Lamiaceae	Siete negritos
<i>Mimosa pigra</i> L.	Fabaceae/Mimosoideae	Dormilona
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	Poaceae	ND
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl	Lamiaceae	Rabo de zorro
<i>Turnera diffusa</i> Willd.	Passifloraceae	ND
<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Passifloraceae	Damiana
<i>Waltheria glomerata</i> C. Presl	Malvaceae	ND
<i>Waltheria indica</i> L.	Malvaceae	ND
Lianas herbáceas		
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Malvaceae	ND
<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	Churristate
<i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hallier f.	Convolvulaceae	ND
<i>Mimosa albida</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	Fabaceae/Mimosoideae	Rabo de iguana
<i>Stigmaphyllon ellipticum</i> (Kunth) A. Juss.	Malpighiaceae	ND
Lianas leñosas		
<i>Adenocalymma inundatum</i> Mart. ex DC.	Bignoniaceae	ND
<i>Arrabidaea patellifera</i> (Schltdl.) Sandwith	Bignoniaceae	ND
<i>Mascagnia</i> sp.	Malpighiaceae	ND

