

## Principales plantas de importancia alimenticia para la abeja nativa sin aguijón *Trigona fulviventris* (Guérin-Ménéville) en Pocosol, Guanacaste, Costa Rica

### Food plants to stingless bee *Trigona fulviventris* (Guérin-Ménéville) in Pocosol, Guanacaste, Costa Rica

Alejandra Barrantes-Vásquez<sup>1</sup> • Luis Sánchez-Chaves<sup>1</sup> • Gustavo Hernández- Sánchez<sup>2</sup> • William Montero- Flores<sup>3</sup>

#### Abstract

In this study, the main important plants collected by the stingless bee *Trigona fulviventris* were determined in a secondary dry forest fragment in Pocosol, Guanacaste during the rainy season. A total of 26 pollen types were obtained by collecting individuals of *Trigona fulviventris* these corresponded mainly representative species of herbs and shrubs. In addition, although there was unusual phenology through the year of the study, a collection of plants was carried out in order to covering the most important species according within the flight range of this species (300-500 m). For the palinological analysis a combination of methods were used and the results showed a convergence of 27% of coincidence when comparing both pollen collected by the bees and plant sources. In addition, the presence of the most representative species at the time of study at the site (*Baltimora recta* and *Dorstenia contrajerva*) was determined using ecological indexes. Moreover it was able to demonstrate a generalist behavior of *T. fulviventris* regarding the search for limited nutritional.

**Key words:** Hymenoptera, apidae, pollen analysis, flowering plants, dry forest, bees foraging, *Baltimora recta*.

1. Universidad Nacional de Costa Rica, Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT); Heredia, Costa Rica; [abav.24@gmail.com](mailto:abav.24@gmail.com); [luis.sanchez.chaves@una.cr](mailto:luis.sanchez.chaves@una.cr)

2. Universidad Nacional de Costa Rica, Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR); Heredia, Costa Rica; [gustavo.hernandez.sanchez@una.cr](mailto:gustavo.hernandez.sanchez@una.cr)

3. Estudiante maestría; Universidade Federal do Pará, Brasil; [montero.william@gmail.com](mailto:montero.william@gmail.com)

Recibido: 03/04/2018

Aceptado: 13/08/2018

Publicado: 19/12/2018

DOI: 10.18845/rfmk.v16i38.3992

## Resumen

En este estudio, se determinaron las principales plantas de importancia nutricional para la abeja sin aguijón *Trigona fulviventris* (Guérin- Méneville), en un fragmento de bosque seco secundario en Pocosol, Área de Conservación Guanacaste durante la época lluviosa. Mediante la colecta de individuos de *T. fulviventris* se obtuvo un total de 26 tipos polínicos, cuyas especies más representativas correspondieron a los estratos de herbáceas y arbustos. Adicionalmente, pese a no observar el comportamiento fenológico habitual a la época del año, se realizó una colecta de plantas con el propósito de abarcar las especies de mayor importancia dentro del rango de vuelo de esta especie de abeja. Para el análisis del polen se utilizaron métodos palinológicos cuyos resultados mostraron una convergencia del 27 % de coincidencia, al comparar el polen extraído de las abejas con el de las plantas colectadas. Asimismo, con ayuda de índices ecológicos se midió la riqueza, dominancia y uniformidad de las plantas colectadas. De esta forma se determinó la presencia de las especies de mayor representatividad al momento del estudio en el sitio (*Baltimora recta* y *Dorstenia contrajerva*). Finalmente, se logró documentar el comportamiento de *T. fulviventris* con respecto a la búsqueda de recursos nutricionales limitados (2015).

**Palabras clave:** Hymenoptera, apidae, análisis palinológico, floración, bosque seco, pecoreo, *Baltimora recta*.

## Introducción

Las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) nativas de los trópicos y subtropicos, brindan servicios de polinización vitales para la reproducción de las especies vegetales [1], y a su vez obtienen de las plantas sus principales fuentes de alimento: el néctar, la materia prima para la producción de miel y fuente de energía para los individuos, y el polen, cuya función principal es satisfacer la demanda proteínica de las abejas en estado larval. Del mismo modo, obtienen las resinas y gomas necesarias para la elaboración de propóleos, material importante en la construcción y desinfección de nidos, así como las cavidades para el establecimiento de estos en estado natural [2]. De acuerdo con lo anterior, es posible que la disminución en la diversidad de plantas esté estrechamente relacionada a la ausencia de polinizadores naturales, como es el caso de las poblaciones de abejas [3].

Paralelamente, las abejas son utilizadas para la polinización de cultivos, generando un mayor rendimiento y mejor eficiencia productiva, al obtener semillas con mayores reservas y frutos de tamaño homogéneo en

algunos cultivos [4]. En Costa Rica, desde hace 40 años aproximadamente, las abejas melíferas se utilizan para la polinización de cultivos frutales y semillas de plantas ornamentales para exportación [2]. Además, según lo reportado por [5], alrededor de 18 cultivos en el mundo se han beneficiado de los servicios de polinización controlada que brindan las colmenas de abejas nativas sin aguijón.

Desde el punto de vista socioeconómico, las abejas representan una alternativa a futuro para el desarrollo de la economía familiar de las comunidades aledañas a los bosques, ya sea por medio de la polinización de cultivos, o el establecimiento de meliponarios para producción de miel y sus derivados, estimulando directamente la sensibilización de las poblaciones en relación a la importancia de los ecosistemas boscosos como generadores de bienes y servicios, y no como una amenaza a sus actividades de desarrollo económico, y evitando a su vez la disminución de las poblaciones de abejas nativas sin aguijón.

Este estudio tiene como objetivo determinar la diversidad de plantas de importancia alimenticia para las abejas de la especie *Trigona fulviventris*, así como sus preferencias de asociación en momentos en que las fluctuaciones climáticas y otros factores limitan la disponibilidad de recursos nutricionales, en un fragmento de bosque seco secundario en el sector de Pocosol, Guanacaste, Costa Rica durante la época lluviosa.

## Materiales y métodos

### Descripción del sitio

El estudio se llevó a cabo en el año 2015, en el Área de Conservación Guanacaste (ACG), Parque Nacional Guanacaste (PNG), sector Pocosol, ubicado en la provincia de Guanacaste, cantón La Cruz, distrito Santa Elena, coordenadas 10°53'21" N y 85°35'4" O. Dentro de una parcela permanente de monitoreo (PPM) de 1 ha establecida en 1991 por el Instituto de Investigación y Servicios Forestales de la Universidad Nacional (INISEFOR- UNA), correspondiente a un área de bosque secundario de 40 años regenerado de forma natural, con características de topografía plana y suelos entisoles [6]. Ubicado a una altitud de 255 msnm, en la zona de vida bosque húmedo premontano transición a basal, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge [7]. En la zona se registra una temperatura media anual de 28°C, un periodo seco de cinco meses de duración y una precipitación promedio anual de 1800 mm [8]. No obstante, el estado climático, estuvo condicionado por el fuerte fenómeno del Niño que inició en abril del año

2014, clasificado entre los tres más intensos desde 1950, causante de una sequía crítica en la zona, cuya temporada lluviosa sufrió un inicio tardío a mediados del mes de setiembre, con un atraso de cuatro meses aproximadamente respecto al inicio normal de las lluvias [9-10].

### Descripción de la especie *T. fulviventris*

*T. fulviventris* es una especie de abeja nativa sin aguijón de tamaño mediano, con el abdomen más estrecho y elongado que el tórax. La cabeza, tórax y patas son de color negro a café oscuro y la coloración del abdomen es anaranjada. Se le conoce tradicionalmente con el nombre vernáculo “culo de buey” o “culo de señora”, que proviene de la forma externa de la entrada del nido (piquera), ubicado por lo general a nivel de suelo y construido a partir de resinas, barro y partículas de arena [11].

### Muestreo de abejas *T. fulviventris* y plantas en flor

Se muestrearon abejas obreras pecoreadoras en dos nidos de la especie *T. fulviventris* en los meses de setiembre y octubre del año 2015, al momento de su ingreso a los nidos.

Utilizando una red entomológica, se colectó un total de 30 abejas por nido al día (3 días en setiembre y 2 en octubre), con una distribución aproximada de 15 abejas entre las 7:00 a 10:00 y 14:00 a 17:00 horas respectivamente, en adaptación al comportamiento de pecoreo de la especie, pues no inicia su actividad mucho antes de las 7:00. Además, pese a que dicha actividad de pecoreo se extiende hasta la puesta del sol [12], tiende a disminuir en las horas en que éste se encuentra en su punto más alto (al medio día), debido a la elevación de la temperatura.

Para la colecta de plantas en flor, se estableció una circunferencia de 50 m de radio que coincide con el área óptima de pecoreo para esta especie [1], tomando cada nido como punto central, abarcando un área de muestreo de aproximadamente 7800 m<sup>2</sup> por nido. Con el fin sustentar la diversidad en el muestreo, se efectuó una colecta adicional aleatoria en el sendero y camino principal de acceso a la parcela, ubicados a una distancia no mayor a los 450 m desde los nidos, tomando en cuenta el rango de vuelo óptimo de *T. Fulviventris* que se encuentra entre 300 a 500 m, con un máximo teórico de 700 m [13] y [14].

### Análisis palinológico

Para el procesamiento de las muestras de polen de cada abeja colectada, se utilizó un medio denominado: tinción con safranina en gel de glicerina [15].

Se realizó una modificación a la tinción tradicional de las cargas corbiculares con este medio (al carecer de las mismas en el periodo de estudio), para posibilitar la extracción de cualquier grano de polen adherido tanto en las estructuras especializadas localizadas en el tercer par de patas (corbículas), como en la pubescencia que cubre el cuerpo de las abejas.

Para tal efecto, se optó por frotar completamente cada abeja colectada en una solución de jalea de glicerina previamente teñida con safranina. Dicha solución fue colocada posteriormente en láminas fijas tipo portaobjetos de vidrio y homogenizadas mediante calor en un calentador a 120°C, con la ayuda de una aguja esterilizada, luego se cubrió la lámina con un cubreobjetos y se sellaron los bordes con laca de uñas.

Posterior a la preparación de las láminas, se realizó la observación e identificación al microscopio (marca Motik a 10 X, 100 X de aumento). Para la determinación de las características microscópicas de los granos de polen se utilizaron criterios tales como: ornamentación de las paredes externas de la exina, tamaño, forma, grado de asociación y aberturas presentes según la especie correspondiente.

La identificación de especies botánicas a nivel de género y epíteto específico en función del grano de polen se realizó con base en guías específicas para morfología de polen, con el sustento de estudios científicos efectuados con anterioridad y con ayuda de colecciones de referencia de plantas del sitio en estudio [16]. Sin embargo, al no contar con el polen obtenido directamente de todas las especies botánicas de la zona para su comparación, algunos de los tipos polínicos de esta investigación solo fueron identificados a nivel de género.

En el caso del procesamiento de las plantas en flor se utilizó el método palinológico: Tinción con safranina en gel de glicerina [15]. Para acceder al polen en las plantas se realizó una disección y separación de las anteras y estructuras florales de cada una de las especies colectadas e identificadas con anterioridad. De manera independiente las anteras de cada especie fueron llevadas a ebullición en un beaker con 15 ml de agua destilada a una temperatura de 100°C, facilitando la separación de los granos de polen.

Las estructuras o restos florales de mayor tamaño, fueron separadas mediante filtración con un tamiz, vertiendo el producto en tubos de ensayo para su correspondiente centrifugación durante 7 minutos a 3500 rpm. El líquido sobrenadante fue eliminado por decantación de golpe para la recuperación del polen por sedimentación, en cada decantado se añadió 1 cc (10 gotas) de safranina con el objetivo de teñir los granos de polen. Los tubos se colocaron en un espacio carente de luz, para la correcta penetración de la solución de safranina en las

paredes celulares del polen por espacio de 15 minutos. Transcurridos los 15 minutos se preparó una solución de glicerol (50 % glicerina y 50 % H<sub>2</sub>O) y se vertió en los decantados, dicha solución se dejó nuevamente en reposo durante 15 minutos para la centrifugación por 4 minutos a 3500 rpm y su correspondiente decantación, sin embargo en esta ocasión los tubos de ensayo fueron colocados en posición vertical para la correcta adherencia de los granos de polen a la parte superior de cada tubo. Los mismos fueron trasladados a una estufa a 60 °C por un periodo de 15 minutos.

Finalmente, se friccionó el interior de los tubos con pequeñas porciones del gel con ayuda de una aguja de disección, justo en el sitio de concentración de los granos de polen. Las porciones de gel fueron colocadas en láminas fijas tipo portaobjetos de vidrio y homogenizadas mediante calor en un calentador a 120°C, con la ayuda de una aguja esterilizada, luego se cubrió la lámina con un cubreobjetos y se sellaron los bordes con laca de uñas.

Una vez que las láminas fueron preparadas se realizaron las observaciones y la identificación al microscopio del mismo modo que se menciona en el proceso realizado con las abejas.

### Índices ecológicos

A partir de la abundancia de tipos polínicos de las especies presentes en cada nido, fue posible obtener los índices ecológicos de riqueza, dominancia y uniformidad.

El cálculo de la riqueza específica o diversidad de Margalef, permite transformar el número de especies por muestra en una proporción, suponiendo que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos [17], así, se estima la diversidad de una muestra de acuerdo a las especies y número de individuos de la misma, a partir de la siguiente fórmula ecuación 1:

$$D_{mg} = \frac{(S-1)}{\ln N} \quad (1)$$

Dónde: S es la Riqueza específica (No de especies de la muestra) y N es el número total de individuos.

El índice de uniformidad de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia mediante todas las especies de la muestra, midiendo el grado promedio de incertidumbre al predecir a que especie pertenecerá un individuo elegido al azar en la muestra. De esta forma asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en

**Cuadro 1.** Tipos polínicos de importancia para la abeja sin aguijón *Trigona fulviventris* (Guérin- Méneville) en Pocosol, Guanacaste, Costa Rica.

**Table 1.** Most important pollen types for the stingless bee *Trigona fulviventris* (Guérin-Méneville) in Pocosol, Guanacaste, Costa Rica.

Familia	Especie
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.
Asteraceae	<i>Baltimora recta</i> L. <i>Vernonia patens</i> Kunth.
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea patellifera</i> (Schltld) Sandwith
Boraginaceae	<i>Varronia inermis</i> (Mill.) Borhidi
Calophyllaceae	<i>Mammea</i> sp L.
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp Loeffl.
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.
Fabaceae Cae	<i>Caesalpinia</i> sp L.
Fabaceae Mim	<i>Inga</i> sp Mill. <i>Machaerium acuminatum</i> Kunth
Fabaceae Pap	<i>Desmodium</i> sp Desv. <i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.) <i>Lonchocarpus</i> sp Kunth
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq. <i>Helicteres guazumifolia</i> Kunth
Melastomataceae	<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.
Moraceae	<i>Dorstenia contrajerva</i> L.
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp L.
Onagraceae	<i>Ludwigia decurrens</i> Walt
Piperaceae	<i>Piper</i> sp L.
Poaceae	<i>Panicum trichoides</i> Sw.
Polygonaceae	<i>Triplaris</i> sp Loeffl.
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp L.
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl

la muestra [17], utilizando la función que se observa a continuación:

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i) \quad (2)$$

Dónde: p<sub>i</sub>: No de individuos de la especie i/total de individuos.

El parámetro de dominancia de Simpson es inverso al concepto de uniformidad, ya que toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. De esta manera, manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra

sean de la misma especie [17], con ayuda de la siguiente fórmula:

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad (3)$$

Dónde:  $p_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ /total de individuos.

## Resultados

Se obtuvo un total de 184 muestras de abejas en el sitio, de las cuales un 17 % (32) no evidenció presencia alguna de tipos polínicos en su cuerpo.

Para el periodo muestreado (setiembre y octubre). Se determinó un total de 26 tipos polínicos distintos (cuadro 1), pertenecientes a 19 familias botánicas de las cuales Fabaceae- Papilionoideae fue la más representativa (figura 1).

Según la secuencia cronológica de los muestreos realizados, la especie herbácea *Baltimora recta* está presente en cada uno de los muestreos, seguida de *Dorstenia contrajerva*, *Desmodium sp.* y *Lonchocarpus sp.* (cuadro 2). Siendo *B. recta* la especie más representativa, presentó una abundancia de 35 % para el nido 2 y cerca del 20 % para el nido 1, los restantes recursos polínicos de especies como *Dorstenia contrajerva*, *Desmodium sp.*, *Stachytarpheta jamaicensis*, *Machaerium acuminatum*, *Lonchocarpus sp.* y *Vernonia patens* presentaron valores de abundancia importantes, aunque en proporciones menores al 20 % (figura 2).

Los nidos muestreados comparten la presencia del 38 % del total de tipos polínicos de importancia encontrados en las abejas en estudio. Para el nido 1 un 56 % de las especies presentes, se encontraron únicamente en las abejas colectadas para este nido, mientras que un 44 % concuerda con las especies del nido 2. En contraste, del total de especies encontradas en el nido 2, solamente un 23 % no fueron encontradas también en el nido 1 (figura 3).

Para los meses de estudio (setiembre y octubre), las plantas en flor dentro del rango de vuelo de *T. fulviventris* no alcanzan ni el 50 % de la diversidad de especies encontradas por las abejas. De ahí que únicamente un 27 % de los tipos polínicos de las especies encontradas en las abejas, concuerdan con las muestras de las plantas en flor encontradas en el sitio.

Según los análisis de riqueza, dominancia y uniformidad, se observa que pese a que la riqueza total de los nidos 1 y 2 es de 23 y 13 especies respectivamente, el nido 2 es

**Cuadro 2.** Tipos polínicos más representativos presentes en el cuerpo y corbículas de *T. fulviventris* según secuencia de muestreo.

**Table 2.** Most representative pollen types on the body and corbiculae of stingless bee *T. fulviventris* according to sampling sequence.

Especie	Muestreo							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Baltimora recta</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dorstenia contrajerva</i>		x	x	x	x	x		x
<i>Desmodium sp</i>		x	x		x	x	x	
<i>Lonchocarpus sp</i>		x		x		x	x	x

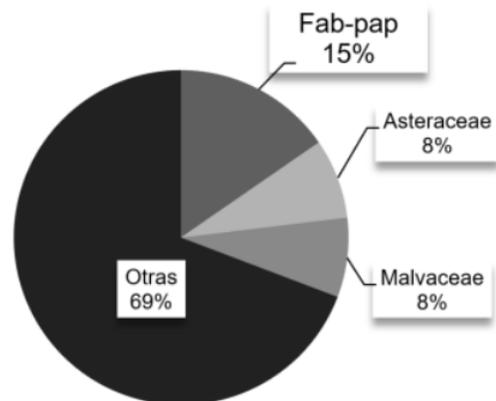


Figura 1. Frecuencia de especies por familia botánica.

Figure 1. Frequency of species according botanical family.

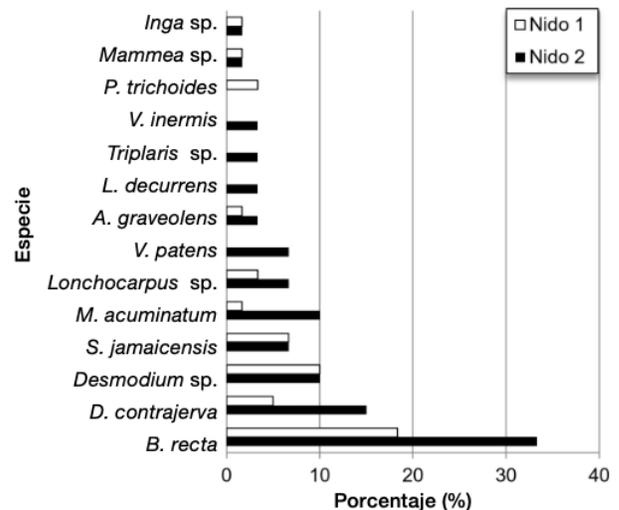
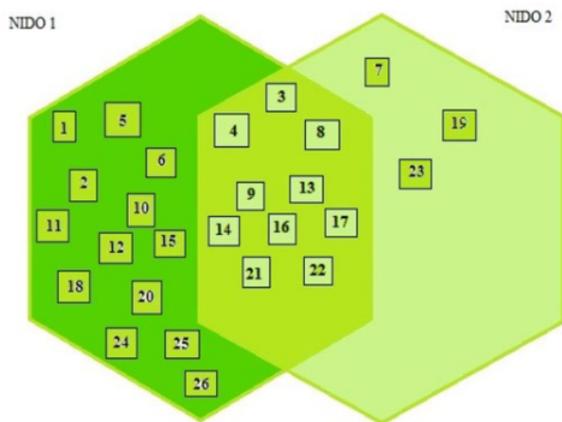


Figura 2. Abundancia relativa de los tipos polínicos más frecuentes colectados por *T. fulviventris*.

Figure 2. Relative abundance of most frequent pollen types collected by *T. fulviventris*.



- |                                |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 3 <i>Astronium graveolens</i>  | 14 <i>Lonchocarpus</i> sp            |
| 4 <i>Baltimora recta</i>       | 16 <i>Machaerium acuminatum</i>      |
| 8 <i>Desmodium</i> sp          | 17 <i>Mammea</i> sp                  |
| 9 <i>Dorstenia contrajerva</i> | 21 <i>Piper</i> sp                   |
| 13 <i>Inga</i> sp              | 22 <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> |

Figura 3. Tipos polínicos compartidos en ambos nidos.  
Figure 3. Pollen types shared in both nests.

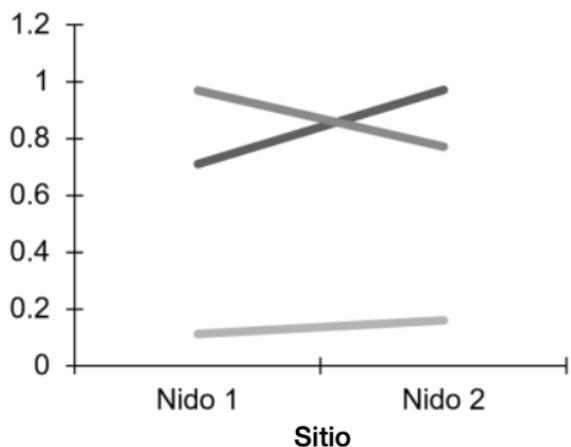


Figura 4. Curvas de riqueza, dominancia y uniformidad de especies.  
Figure 4. Richness, dominance and uniformity curves of species.

un 26 % más diverso que el nido 1 (figura 4). En el nido 2, el 37 % de los individuos colectaron especies distintas, mientras que en el nido 1 pese a tener mayor cantidad de individuos registrados, solo el 30 % corresponde a la colecta de especies distintas. Es decir, que en los meses de setiembre y octubre, las abejas del nido 1 colectaron en mayor proporción ciertos tipos polínicos.

El índice de dominancia presentó mayor valor para el nido 2, de forma que se considera que en este nido se

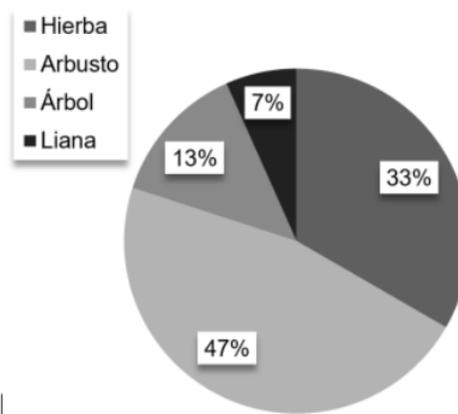


Figura 5. Abundancia de plantas en flor según su hábito.  
Figure 5. Abundance of Flowering plants according their habit.

encontró una mayor cantidad de especies de importancia. Inversamente, el índice de equidad de Shannon- Wiener expresa que en el nido 1 hay una mayor uniformidad de especies, de forma que la mayoría de los individuos están representados por unas pocas especies, por lo que en el nido 1 las abejas utilizaron los recursos florales en proporciones homogéneas.

Por otra parte, en el rango de vuelo de *T. fulviventris*, tanto dentro de la circunferencia establecida para la colecta de especies vegetales como fuera de ella (abarcando hasta los 410 m de distancia a partir de los nidos), se colectó un total de 15 especies de plantas pertenecientes a 9 familias botánicas, de las cuales Malvaceae y Fabaceae-mimosoideae fueron las más representativas, no obstante únicamente el 33 % de estas especies mostraron presencia dentro del área de colecta establecida para los nidos (cuadro 3).

Según la clasificación de las especies colectadas por hábito, se observó que la mayoría de ellas correspondieron a arbustos (47 %) y herbáceas (33 %), y en menor proporción a árboles y lianas (figura 5).

Con respecto a los tipos polínicos de las especies vegetales encontradas tanto en la colecta de plantas en flor, como en el cuerpo y estructuras especializadas de las abejas (figura 6), un total de 47 % de los tipos polínicos de las flores colectadas estuvo presente en el polen analizado del cuerpo de las abejas (figura 7). No obstante, solo un 27 % de la totalidad de los tipos polínicos localizados en las abejas de *T. fulviventris* concordaron con las plantas colectadas en el sitio (figura 8).

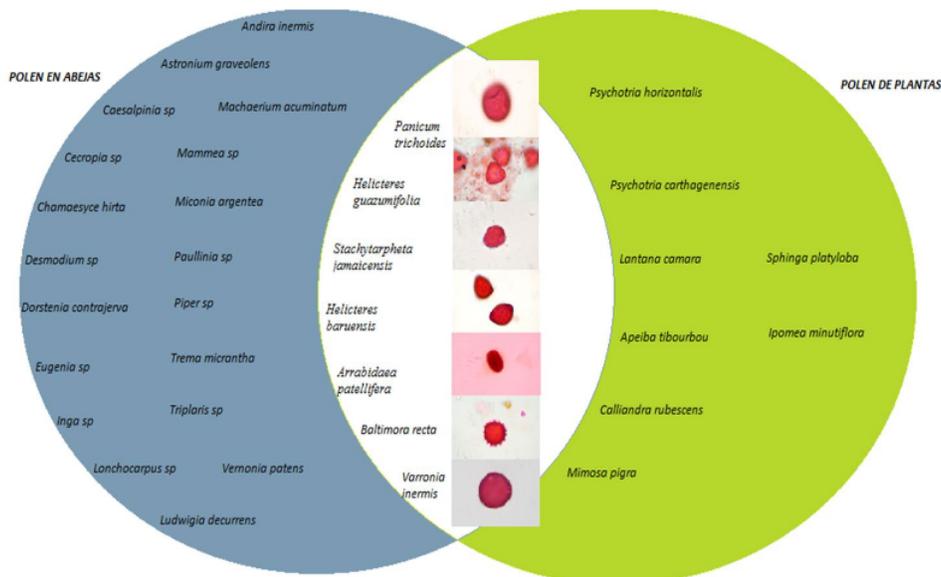


Figura 6. Polen encontrado en las abejas *T. fulviventris* y plantas en estado de floración en el sitio de estudio.

Figure 6. Pollen founded in *T. fulviventris* bees and flowering plants at the study site.

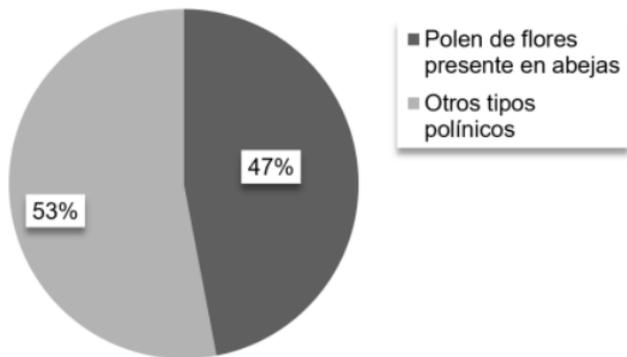


Figura 7. Representación de tipos polínicos de las plantas en flor colectadas, presentes también en el cuerpo y estructuras especializadas de las abejas de *T. fulviventris*.

Figure 7. Pollen types of sampled flowering plants also located in the body and specialized structures of bees *T. fulviventris*.

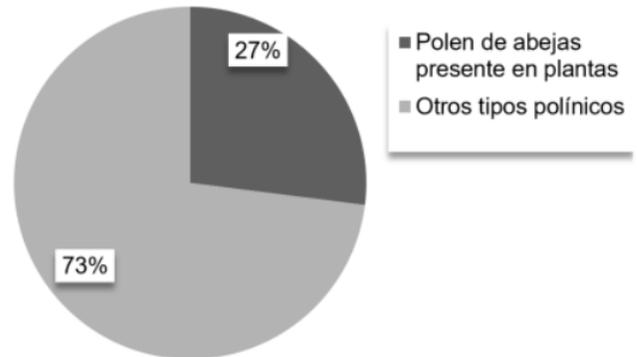


Figura 8. Representación de tipos polínicos del cuerpo y estructuras especializadas de las abejas, presentes en el polen de las plantas en floración colectadas.

Figure 8. Pollen types presented in body and specialized structures of bees, also founded in pollen collected on flowering plants.

## Discusión

La ausencia de tipos polínicos en el 17 % de las muestras se puede atribuir a varios factores, entre ellos la constancia floral, que indica la posibilidad de que las abejas pecoreadoras, muestren una tendencia temporal de visitar flores de la misma especie en forma secuencial, manifestándose como respuesta a la disponibilidad de recursos florales como néctar, polen o resinas [18]. No

obstante, para probar la constancia floral, es necesario dar seguimiento durante un tiempo establecido a la visitación de los mismos individuos en una secuencia de flores, o bien, realizar un análisis del origen botánico que evalúe el polen colectado por una misma abeja en un espacio de tiempo determinado [19]. Otro factor a tomar en cuenta, corresponde al comportamiento de pecoreo y estrategias de pecoreo, según el cual los polinizadores obtienen recompensas florales a nivel de la colonia, de esta forma, las abejas pecoreadoras

**Cuadro 3.** Plantas en floración localizadas dentro del rango de vuelo de *T.fulviventris*.

**Table 3.** Flowering plants located in the flight range of *T.fulviventris*.

Localización	Familia	Especie
Circunferencia	Malvaceae	<i>Helicteres guazumifolia</i> Kunth
	Poaceae	<i>Panicum trichoides</i> Sw.
	Rubiaceae	<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.
		<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.
Camino secundario y sendero de acceso a nidos	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl
	Asteraceae	<i>Baltimora recta</i> L.
	Bignoniaceae	<i>Arrabidaea patellifera</i> (Schlttdl) Sandwith
	Boraginaceae	<i>Varronia inermis</i> (Mill.) Borhidi
	Convolvulaceae	<i>Ipomea minutiflora</i> (M.Martens & Galeotti) House
		<i>Calliandra rubescens</i> (M.Martens & Galeotti) Standl.
	Fabaceae- mimosoideae	<i>Mimosa pigra</i> L.
		<i>Sphinga platyloba</i> (Bertero ex DC) Barneby & J.W. Grimes
	Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.
		<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.
Verbenaceae		<i>Lantana camara</i> L.

procuran obtener la máxima cantidad de recompensa, con el mínimo de esfuerzo y la mayor confiabilidad. De manera que mediante un estudio de este tipo, es posible medir la cantidad de recompensa colectada, el tiempo de colecta empleado, así como la cantidad de energía utilizada en el pecoreo y la confiabilidad en la obtención de la recompensa [19].

Por su parte, las condiciones climáticas de sequía que prevalecieron en la zona de estudio, aunado al fuerte fenómeno del Niño, causante según el Instituto Meteorológico Nacional, del retraso aproximado de cuatro meses en el inicio de la época lluviosa [10], podrían estar asociadas a la afectación en la temporada de floración usual en la zona y a la disminución en la actividad de pecoreo de las abejas en los dos nidos muestreados, debido a que la colecta de alimento en estas especies sociales obedece en parte a una respuesta adaptativa a la disponibilidad de recursos florales y a la influencia de los parámetros climáticos del ambiente, así como a aspectos asociados al comportamiento de pecoreo, por ejemplo, la constancia floral [20]. No obstante, los parámetros climáticos, no fueron objeto de análisis en el presente estudio.

Si se comparan los resultados ilustrados en el cuadro 1 y figura 1 relacionados a la diversidad de especies de plantas colectadas para la época lluviosa, con

los reportados por [21], en un estudio referido a la importancia de las plantas para las abejas sin aguijón (*Melipona* y *Trigonini*), desde el punto de vista de fuentes de polen y néctar para las abejas sin aguijón en hábitats neotropicales, se aprecia una cantidad relativa mayor de especies diversas, ya que dicho autor reporta un total de 67 especies para un año de muestreo y en un número mayor de nidos (6 en total). Pese a ello, es posible que este resultado esté influenciado por la diversidad de especies presentes en el sector de Pocosol y en buena parte, por la determinación que se realizó del polen presente en el cuerpo de las abejas en el presente estudio, pues [21] en su investigación únicamente se centraron en la determinación del polen presente en las corbículas de las abejas. Esto indica que, al considerar todo el cuerpo de la abeja, se incrementa la posibilidad de identificar más tipos de polen presentes, contrario a cuando únicamente se toman en cuenta las cargas de la corbícula, que tiende a ser constante para cada individuo [1].

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis, pese a que en el mes de setiembre no se observó una floración apreciable, las abejas entraban a los nidos con polen adherido a la pubescencia de sus cuerpos, mostrando que estas, debido a su capacidad de vuelo, rango de distribución espacial y comportamiento de pecoreo, tienen la capacidad de ubicar plantas en

floración en diversos estratos y a diferentes distancias en relación a la ubicación de sus nidos [21].

Desde otra perspectiva, la medida de la abundancia relativa corresponde a las plantas más representativas encontradas en el polen que colectó la especie *T. fulviventris*. El ser *Baltimora recta* la especie más frecuente, representa un hallazgo significativo, pues esta herbácea es de gran importancia para las abejas, tal como menciona [2], debido a que su floración abundante y explosiva, es un recurso de sostenimiento alimenticio para las poblaciones de abejas a mediados de la estación lluviosa. Por lo general, con el inicio de las lluvias abundantes de setiembre la frecuencia de aparición de esta especie tiende a ser menor, pese a esto, para el presente año esto no ocurrió, representando una evidencia de los cambios fenológicos temporales que promueven los disturbios climáticos como el fenómeno del niño y la subsecuente variabilidad climática [9-10].

Los resultados obtenidos demuestran que esta especie de abeja colecta polen principalmente de las especies más frecuentes que se encuentran en floración en la zona donde se ubican sus nidos, es decir, dentro de su rango de vuelo óptimo. [22], sugiere que las abejas buscan cualquier fuente dominante de alimento disponible en el medio ambiente, que les suministre el polen y/o néctar adecuado como fuentes de alimento valiosas para cubrir las necesidades de la colonia.

De igual forma, debido a comportamientos asociados a la colecta efectiva de recursos, como la constancia floral mencionada, las abejas tienden a explotar un recurso en flor en forma más persistente y abundante, lo cual se refleja en colectas más homogéneas y dominadas por pocas plantas [5].

Un dato importante, es la alta diversidad de recursos polínicos accesorios y en baja proporción que utiliza cada nido en forma individual, y no comparten o traslapan, este resultado es de importancia en esta investigación, pues se deriva de la modificación propuesta al método, que incluyó el análisis del polen que es transportado en el cuerpo de las abejas (adherido en la pubescencia torácica y abdominal), el cual probablemente puede estar asociado a la polinización de las plantas, no así el que es transportado en las corbículas, cuya importancia para las abejas radica en su utilidad como recurso alimenticio [23]. De esta forma, un aporte valioso derivado de esta investigación fue precisamente la determinación de la diversidad de polen adherido al cuerpo de las abejas de *T. fulviventris* en el sector de Pocosol, el cual, debido a que las abejas en sus múltiples visitas rozan las estructuras reproductivas de las plantas, puede ser de importancia para los servicios de polinización en el sitio.

Conjuntamente, derivado del análisis de similitud, un 38 % del total de las especies fue encontrado en ambos nidos,

sin embargo tomando en cuenta la cercanía de los nidos, ubicados a una distancia de 20 m aproximadamente, se observa que el porcentaje más bien tiende a ser bajo, reiterando la importancia de las actividades de colecta de las abejas en los diversos estratos del bosque, de manera que al exhibir estas abejas un comportamiento social y llevar la tarea de sostener las necesidades nutricionales de la biomasa total de la colonia (contrario a las abejas solitarias), no pueden ser completamente especialistas en la utilización de recursos florales, más aún cuando los recursos son limitados temporal o espacialmente [24].

Con respecto a las plantas en floración colectadas en el sitio, en el mes de octubre fue posible observar una baja cantidad de especies en este estado fenológico, en respuesta a las lluvias esporádicas que dieron paso a la época lluviosa. Según [25], es evidente la relación entre las variaciones en el suministro de agua y sus efectos en los procesos biológicos de las especies vegetales, además como sugieren [26], la fuerza principal que dirige el comportamiento fenológico en las plantas es la lluvia, de manera que la aparición de hojas e inicio de floraciones ocurren al reiniciarse las lluvias [27].

Según [2], una de las familias botánicas que aportan los mayores volúmenes de néctar como recurso para las abejas está representada por la familia Fabaceae, en concordancia con las familias más representativas en las colectas de plantas en floración de este estudio (Malvaceae y Fabaceae-mimosoideae). En relación con lo anterior, es importante acotar, que cuando las abejas colectan néctar, la probabilidad de que quede polen adherido a su cuerpo es mayor [1].

En su mayoría, las plantas colectadas en estado de floración en el mes de octubre correspondieron a herbáceas o arbustos, los cuales son de gran importancia para el desarrollo de las colonias de abejas y para la producción apícola [2]. Las plantas herbáceas, comúnmente mal denominadas “malas hierbas” o arvenses, cumplen interacciones simbióticas y ciclos biológicos importantes para el equilibrio de los ecosistemas, sin embargo, en el pasado hubo prácticas de erradicación total de algunas de estas especies, sin tomar en cuenta sus potencialidades en la generación de servicios ecosistémicos [28], por lo que este resultado es relevante para su conservación y para comprender la importancia de estas plantas para las abejas, especialmente durante la época lluviosa. La incidencia de herbáceas en floración en el sitio de colecta que rodea a los nidos se debe a la presencia de claros, en el caso de las especies colectadas fuera de esta circunferencia, la mayoría fueron encontradas en el sendero o camino secundario que permite el acceso a los nidos. Estos sitios se caracterizan por presentar una mayor incidencia de luz, ideal para especies heliófitas efímeras como la mayoría de las herbáceas colectadas.

Por otro lado, los eventos de floración y fructificación en plantas menores, como herbáceas y arbustos son mayores y más frecuentes en comparación con los árboles, ya que estos últimos tienden a concentrar recursos para estos eventos una o dos veces al año, no así en el caso de las plantas mencionadas, cuyo ciclo de vida es más corto. Una significativa minoría de eventos de floración correspondió a las especies colectadas con el hábito de árboles, posiblemente producto un error de muestreo, al no observarse floración apreciable a la vista en los árboles de la zona. No obstante, existen probabilidades de que en los estratos más altos del bosque hubiese incidencia de plantas en flor disponibles para las abejas.

Por consiguiente, existe la posibilidad de que debido a la influencia de los factores climáticos, la prevalencia de recursos alimenticios para las abejas en la zona de estudio se mostró limitada para ambos meses de muestreo, por lo que las abejas colectaron alimento de las especies en flor disponibles en su rango de vuelo, tanto en forma horizontal, como vertical, en los estratos medio y superiores del bosque. Esto explica el porqué de los resultados, los cuales muestran que un número importante de tipos polínicos de las especies encontradas en las abejas corresponden a árboles, herbáceas o arbustos, pese a que no fue posible observar visitación efectiva de árboles en floración, en comparación con la alta diversidad de tipos polínicos encontrados en el cuerpo de las abejas.

## Conclusiones

Las principales fuentes de polen visitadas por *T. fulviventris* durante la época lluviosa en la zona correspondieron a *Baltimora recta*, *Dorstenia contrajerva*, *Desmodium* sp. y *Stachytarpheta jamaicensis*, especies de importancia para la conservación de esta especie de abeja, al constituir fuentes de alimento en época de escasez de recursos alimenticios.

En su mayoría las plantas colectadas en estado de floración correspondieron a herbáceas o arbustos de gran importancia para el desarrollo de las colonias de abejas y la producción apícola, no obstante, no es posible asegurar una especificidad en la dominancia presente en las colectas para esta época en lo relativo a la posible relación entre *T. fulviventris* 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 biomasa de las colmenas obligan a las abejas a recurrir a múltiples fuentes de nutrición.

Un aporte realizado en este estudio, fue la determinación palinológica de las especies de plantas visitadas por

las abejas, en la que se utilizó el polen adherido a la pubescencia abdominal y torácica del cuerpo de las abejas, el cual probablemente puede estar asociado a los servicios de polinización de las plantas en el sitio. Sin embargo, pese a que este es un resultado que requiere ser confirmado, brinda una evidencia de las plantas visitadas por las abejas en el sitio, y de la importancia ecológica de las abejas dentro del ecosistema de bosque seco.

## Recomendaciones

En estudios sobre recursos nutricionales para las abejas nativas sin aguijón, se recomienda el muestreo de los estratos superiores del bosque, para obtener una mayor representación de la floración presente en el sitio.

Se recomienda la ejecución de este tipo de estudio para otras especies de abeja sin aguijón, que permita conocer y comparar las preferencias nutricionales según la especie de abeja, en conjunto con la diversidad y disponibilidad de los recursos.

## Agradecimientos

La realización de este estudio fue posible gracias al apoyo obtenido con el proyecto FIDA 0224-14: "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", desarrollado por el esfuerzo conjunto del Instituto de Investigación y Servicios Forestales y el Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales, ambos de la Universidad Nacional.

Se agradece al Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR) y al Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT) -cuyas instalaciones fueron imprescindibles para el desarrollo de este estudio-, en especial a las funcionarias y funcionarios, Dra. Ingrid Aguilar Monge, Lic. Henry Sánchez Toruño, M.Sc. Eduardo Herrera González, MGA. Ana Isabel Barquero Elizondo y Lic. Lucía Méndez Cartín por su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

## Referencias

- [1] D. W. Roubik, Ecology and Natural History of Tropical Bees, New York, United States: Cambridge University Press, 1989.

- [2] H. Arce, L. Sánchez, J. Slaa, P. Sánchez-Vindas, A. Ortiz, J. Van Veen y M. Sommeijer "Árboles melíferos nativos de Mesoamérica", Heredia, Costa Rica: Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales. 2001.
- [3] B. Justice, T. Shih y L. Billadello. (2008). "Polinización biótica y cambios en el uso de la tierra en paisajes dominados por humanos", en Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica, A. Harvey, J. Saénz, San José, Costa Rica: Editorial Inbio, 2008, ppX-X.
- [4] P. Villota, (1999), Las Abejas y la Miel, Madrid, España: Acento ediciones, 1999.
- [5] E. Slaa, L. Sánchez, K. Malagodi y E. Hofstede, "Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives", *Apidologie*, 37, 2, 293-315, 2006.
- [6] G. Hernández, J. Jiménez, M. Sánchez, V. Meza, A. Morera, M. Gutiérrez, Dinámica y composición del bosque seco tropical de Guanacaste a partir de parcelas permanentes de muestreo (PPM), Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional, 2009.
- [7] J. Tosi, Mapa Ecológico de Costa Rica, San José, Costa Rica: Instituto Geográfico Nacional, 1969.
- [8] J. Solano y R. Villalobos, "Aspectos Fisiográficos aplicados a un Bosquejo de Regionalización Geográfico Climático de Costa Rica", *Top. Meteor. Oceanog.*, 8, 1, pp. 26-39, 2001.
- [9] L. F. Alvarado, Informe 17: "Fase actual Niño. Bolentín del ENOS", Instituto Meteorológico Nacional (IMN), 17, 83, pp-6, 2015.
- [10] L. F. Alvarado, Pronóstico climático estacional. Ciudad: Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas, Instituto Meteorológico Nacional (IMN), 2015.
- [11] F. Espinoza, S. Padilla, P. Hernández, J. Benítez, L. Zamora, I. Aguilar y E. Herrera, Guía práctica de identificación de abejas nativas sin aguijón (Apidae, Meliponini) por medio de sus entradas, Heredia, Costa Rica: Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales, 2015.
- [12] Aguilar, C., Smith, A. (2009). "Abejas visitantes de Mimosa pigra L. (Mimosaceae): Comportamiento de pecoreo y cargas polínicas", *Revista de la Universidad Nacional de Colombia*, vol.14, no. 1, pp. 109-120.
- [13] E. D. Araujo, M. Costa, J. Chaud-Neto y H. G. Fowler, "Body size and flight distances in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini). Inference of flight range and possible ecological implications". *Braz. J. Biol.*, vol 64, no.3B, pp. 563-568, 2004.
- [14] A. Wille, "Biology of the Stingless Bees", *Ann. Rev. Entomol*, vol. 28, pp. 41-64, 1983.
- [15] L. Sánchez, Métodos palinológicos de análisis, Heredia, Costa Rica: Centro de Investigaciones apícolas tropicales, 2001.
- [16] D. Roubik y J. E. Moreno, Pollen and Spores of Barra Colorado Island, Monographs in Systematic Botany from Missouri Botanical Garden, 1991.
- [17] C. Moreno, Métodos para medir la biodiversidad, Zaragoza, España: M&T- Manuales y tesis SEA,ORCYT- Unesco, 2001.
- [18] J. Slaa y K. Biesmeijer, "Flower constancy" In: *Practical Pollination Biology*, A. Dafni, P. Kevan y B. Husband. Ontario, Canadá, Enviroquest, Ltd, 2005, pp381-400.
- [19] C. H. Vergara. Polinizadores generalistas vs especialistas: Comportamiento de los Polinizadores y Polinización. (Documento ppt). Depto de Ciencias Químico- Biológicas. Universidad de las Américas, Puebla, México, 2017.
- [20] J. Biesmeijer y J. Slaa, Information flow and organization of stingless bee foraging, New York, United States: Cornell University, 2004.
- [21] M. Ramalho, A. Kleinert- Giovannini y V. L. Imperatriz-Fonseca, "Important bee plants for stingless bees (Melipona and Trigonini) and Africanized honeybees (Apis mellifera) in Neotropical habitats: a review", *Apidologie*, vol. 21, no. 5, pp. 469- 488, 1990.
- [22] B. Heinrich, Bee flowers: a hypothesis on flower variety and blooming times, *Evolution*, vol. 29, no. 2, pp. 325-334, 1975.
- [23] R. W. Thorp, The collection of pollen by bees, *Plant Systematics and Evolution*, vol. 222, no. 1-4, pp. 211-223, 2000.
- [24] M. Girón, Melitopalínología, Colombia: Universidad del Quindío, 1996.
- [25] M. G. Mejía, "Fenología: Fundamentos y métodos", Seminario Taller en Semillas Forestales Tropicales. Bogotá, Colombia, 1990.
- [26] H. S. Bullock y J. A. Solís-Magallanes, "Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico", *Biotropica*, vol. 22, pp. 22-35, 1990.
- [27] B. Vilchez y O. Murillo, "Análisis fenológico y de la biología reproductiva del jaúl (*Alnus acuminata*) en Costa Rica", *Tecnología en Marcha*, vol. 12, pp. 65-73, 1995.
- [28] V. Nilsson, P. Sánchez- Vindas y R. Manfredi, Hierbas y Arbustos comunes en cafetales y otros cultivos, San José, Costa Rica: Herbario Juvenal Valerio Rodríguez (JVR), 2005.

#### Este artículo debe citarse como:

Barrantes-Vásquez, A., Sánchez-Chaves, L., Hernández-Sánchez, G., & Montero- Flores, W. (2018). Principales plantas de importancia alimenticia para la abeja nativa sin aguijón *Trigona fulviventris* (Guérin- Méneville) en Pocosol, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16(38), 13-23. Doi. 10.18845/rfmk.v16i38.3992

