



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS  
CIENCIAS AGRARIAS

**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**Título: Comparación morfométrica en poblaciones de *Melipona Beecheii*  
del municipio de Cienfuegos**

**Autor: Hectorcarlos Herrera Nápoles**

**Tutor: MSc. José Andrés Martínez Machado Dr. MVZ**

**Cienfuegos, 2022.**

## Resumen

Las poblaciones de *M. beecheii* de Cuba, están en aislamiento geográfico, por la Insularidad del país, solo se han realizado estudios en áreas de la región occidental del país (Lóriga, 2015). Para hacer una evaluación a mayor escala que permita determinar la diversidad genética de la especie es preciso incrementar el número de muestras e incluir a las regiones central y oriental. Dicha investigación tuvo como objetivo la caracterización morfométrica mediante la evaluación de 12 cráteres morfológico y el grado de maculación cefálica en una población de abejas *Melipona beecheii* (Bennett 1831) en el municipio Cienfuegos. Para estudiar las afinidades morfométricas, la colecta se realizó en el consejo popular Juanita II y se seleccionaron un numero de muestra de 15 a 20 obreras jóvenes de la cámara de cría de cada colmena y se preservaron en etanol absoluto a - 20°C para su posterior análisis en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos. Los resultados del análisis morfológico y el grado de maculación cefálica sugieren que las poblaciones de *Melipona beecheii* de Cienfuegos son similares a las estudiadas en el occidente de Cuba y el municipio Cienfuegos.

**Palabras clave:** Abejas sin aguijón, *Melipona beecheii*, caracteres morfométricos, maculación cefálica

## Abstract

The populations of *M. beecheii* in Cuba are in geographic isolation, due to the insularity of the country, and studies have only been carried out in areas of the western region of the country (Lóriga, 2015). To carry out a larger-scale evaluation that allows determining the genetic diversity of the species, it is necessary to increase the number of samples and include the central and eastern regions. This investigation had as objective the morphometric characterization through the evaluation of 12 morphological craters and the degree of cephalic maculation in a population of *Melipona beecheii* bees (Bennett 1831) in the Cienfuegos municipality. To study the morphometric affinities, the collection was carried out in the Juanita II popular council and a sample number of 15 to 20 young workers from the breeding chamber were selected and preserved in absolute ethanol at -20°C for subsequent analysis in the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Cienfuegos. The results of the morphological analysis and the degree of cephalic maculation suggest that the populations of *Melipona beecheii* from Cienfuegos are similar to those studied in western Cuba and the Cienfuegos municipality.

**Keywords:** Stingless bees, *Melipona beecheii*, morphometric characters, cephalic maculation

## INDICE

<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>10</b>
Generalidades de la especie de abeja sin agujón	11
Distribución geográfica.	15
Hábitat.	20
Materiales de construcción de los nidos.	25
Estructura de los nidos	30
Polinización.	32
Abejas sin agujón y su eficiencia como agentes polinizadores.	33
Actividad externa de las Abejas sin Agujón y polinización	34
<b>Capítulo II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>36</b>
Localización de la investigación:	37
II.1 Evaluación morfométrica en una población de <i>M. beecheii</i> en municipio de Cienfuegos:	37
Análisis de los datos morfométricos:	37
II.2 Evaluación del grado de maculación cefálica en una poblaciones de abejas sin agujón <i>Melipona beecheii</i> :	38
II.3 Comparación de variaciones morfométricas y la coloración cefálica de abejas Meliponas estudiados en Cienfuegos con otros estudios en Cuba:	38
<b>Capítulo III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>39</b>
Evaluación morfométrica en una población de <i>M. beecheii</i> en municipio de Cienfuegos:	41
Evaluación el grado de maculación cefálica en una poblaciones de abejas sin agujón <i>Melipona beecheii</i> .	42
<b>Conclusiones</b>	<b>44</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>45</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>46</b>

## Introducción

Según Lóriga (2015) la *Melipona beecheii* Bennett pertenece al grupo de las “abejas sin aguijón” y es conocida en Cuba como “abeja de la tierra”. Constituye, junto a *Apis mellífera* Linnaeus, las dos únicas especies de abejas sociales que viven en la isla, donde son criadas y manejadas por el hombre para usar sus productos o servicios en la polinización de cultivos agrícolas. La meliponicultura como actividad no ha alcanzado el desarrollo que ha experimentado la apicultura.

La meliponicultura fue particularmente importante dentro de la civilización maya, que desarrolló interesantes procesos de manejo, constituyendo estos la base de los fundamentos de la cría racional moderna. Baquerro y Stamatti (2007) plantean que la mayoría de las abejas sin aguijón visitan las flores para obtener néctar y polen para su subsistencia; existen algunas especies de meliponinos que nunca visitan las flores, se alimentan sustrayendo polen y miel de otras colonias de meliponinos Gusmán-Novoa et al.(2011). Algunas especies colectan resinas, lodo o excremento que usan en la construcción de sus nidos, estableciendo de esta forma una interacción positiva en la conservación de insectos y vegetación (Nogueira-Neto, 1997).

Cano (2005) afirma que las abejas de la especie *Melipona beecheii* Bennett (1831) se consideran muy importantes para la conservación de los bosques tropicales, ya que son eficientes agentes polinizadores de muchas especies de plantas. Sus criadores se benefician de la polinización, que permite obtener mayores y mejores frutos o semillas, y la producción de miel de las colonias a partir de los cultivos. (Rovira, 2005).

La mejora de los recursos de los granjeros, a través de mayores y más estables cosechas, además de minimizar los impactos ambientales negativos, es esencial para lograr la seguridad alimentaria global y la reducción de la pobreza (Herrero et al., 2010).

En la explotación de las abejas, el hombre es el intermediario o enlace entre la abeja y el medio donde esta se desarrolla. Es por ello, que para comprender de qué manera y cuándo puede intervenir en la vida del insecto sin provocar desajustes que conduzcan a la enfermedad o muerte de la colonia, se requiere conocer la biología, hábitos de vida, conducta y formas de interrelación del animal con su entorno (Williams et al., 2001).

Como consecuencia al escaso interés que se les ha dado, existe muy poca investigación científica sobre las abejas nativas y la que ya existe necesita sustentarse con datos tan básicos como lo es la diferenciación y determinación correcta de especies (Armas et al., 2011).

Considera Portopassi-Laurino (2009) que para lograr un desarrollo sustentable de la meliponicultura tanto para el consumo de sus productos como para la polinización, es necesario realizar estudios sobre la biología de los meliponinos, así como de su comportamiento en condiciones naturales.

El desarrollo de la Meliponicultura pudiera contribuir a mantener la especie e incrementar sus poblaciones para prestar servicios de polinización y producir miel, convirtiéndose en una ocupación sana y atractiva para muchas personas sin importar la edad ni el sexo, sin embargo, hoy prima una debilidad; saber cómo manejar estos insectos tan beneficiosos (Vázquez et al., 2011).

El creciente uso de las abejas sin aguijón, aunado a los problemas ambientales en las áreas de distribución geográfica natural, tales como la deforestación, los eventos meteorológicos extremos, la meliponicultura extractiva, la fragmentación de los ecosistemas ha hecho que se incrementen los estudios que evalúen parámetros de salud dentro de los que se incluye la diversidad genética de la especie que puede verse

afectada por la interrupción del flujo genético entre poblaciones que queden aisladas producto de la actividad antrópicas sobre los ecosistemas o técnicas inapropiadas de crianza en los meliponarios manejados (Lóriga, 2015).

Las poblaciones de *M. beecheii* de Cuba, están en aislamiento geográfico, por la insularidad del país, y solo se han realizado estudios que confirmen su origen en áreas de la región occidental del país según (Lóriga 2015). Para hacer una evaluación a mayor escala que permita determinar la diversidad genética de la especie es preciso incrementar el número de muestras e incluir a las regiones central y oriental. Este estudio tiene como objetivo determinar si existe diferencia por medio de parámetros morfométricos de *M. beecheii* del municipio de Cienfuegos con respecto a otras poblaciones de la abeja sin aguijón en Cuba.

La implementación de técnicas morfométricas ha abierto la posibilidad de proveer a la taxonomía tradicional de información adicional para la definición de especies expuesto por (Hebert et al. 2004). En las abejas sin aguijón, su utilidad ha sido constatada recientemente (Francisco et al, 2008) & (Quezada-Euán et al., 2007).

Las abejas sin aguijón de la tribu Meliponini constituyen un enorme grupo ( $\approx 400$  especies) con una morfología diversa según Camargo et al. (1988) & Ayala (1999) distribuido en el Neotrópico según Michener (2007). Este último autor planteó la existencia de muchas especies crípticas en la tribu, pero a falta de estudios detallados permanecen como especies individuales.

*Melipona beecheii* es una especie endémica de Mesoamérica que se distribuye por la costa Pacífica de México, la península de Yucatán, Chiapas y Guatemala hasta Costa Rica. Diferencias en el tamaño corporal y la coloración de abejas procedentes de diferentes provincias biogeográficas a lo largo de su zona de distribución llevaron a

Camargo et al. (1988) a proponer la existencia de dos subespecies: *M. b. beecheii* que se distribuiría en México, Guatemala, Nicaragua y Costa Rica, y *M. b. fulvipes* que abarcaría Cuba, Jamaica, la península de Yucatán (México) y Belice. Sin embargo, en ausencia de estudios más detallados, *M. beecheii* ha permanecido como una única especie (Ayala, 1999).

**Problema científico:**

¿Cómo varían los parámetros morfométricos entre colmenas de abejas *Melipona beecheii* establecidas en una población del municipio de Cienfuegos?

**Hipótesis:**

El estudio de los caracteres morfométricos de la abeja *Melipona beecheii* demostrara la inexistencia de variaciones morfométricas significativas entre las poblaciones estudiadas.

**Objetivo General:**

Comparar los caracteres morfométricos en una población de abejas *Melipona beecheii* del municipio de Cienfuegos.

**Objetivo Específico:**

1. Evaluar 12 caracteres morfométricos en una población de *M. beecheii* en el municipio de Cienfuegos.

2. Evaluar el grado de maculación cefálica en una población de *Melipona Beecheii* en el municipio de Cienfuegos.

3. Comparar las variaciones morfométricas y la coloración cefálica de abejas *Meliponas* estudiados en Cienfuegos con otros estudios en Cuba.



## Capítulo I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Generalidades de la especie de abeja sin agujón

Las abejas se pueden reunir en la súper familia Apoidea, constituida por diversas familias que tienen hábitos sociales más avanzados. La familia Apidae posee cuatro subfamilias: Apíneos, Meliponíneos, Bombíneos y Euglossíneos. Las tres primeras presentan un estado social avanzado. La mayoría de las otras Apoideas son abejas solitarias o de hábitos sociales primitivos (Nogueira-Neto, 1997).

Existen alrededor de 500 especies de meliponinos descritas, cifra que pudiera incrementarse debido a la existencia de especies crípticas (alta similitud morfológica) y la ausencia de análisis detallados en la mayoría de los géneros de acuerdo con Michener (2013). Como parte de los meliponinos, el género *Melipona* es el de mayor número de especies, con cerca de 70 establecidos por Camargo y Moure (1994), tiene distribución neotropical, desde México hasta Misiones, en Argentina, y su mayor centro de biodiversidad está en Brasil (Silveira et al., 2002)

#### **Taxonomía:**

Clase: Hexapoda o Insecta.

Orden: Himenóptera.

Superfamilia: Apoidea.

Familia: Apidae.

Subfamilia: Meliponinae.

Tribu: Meliponini

Género: *Melipona*

Especie: *Melipona beecheii* Bennett (1831)

### **Distribución geográfica.**

El género *Melipona* abarca unas 40 especies presentes en la zona tropical americana de acuerdo con Michener (2007), entre las que se encuentran *Melipona colimana* según Ayala (1999) y *M. beecheii*, *M. colimana* es endémica de la provincia mexicana de Jalisco, aparece en bosques de pino-encino a más de 1000 metros de altitud, en donde habita en los troncos de los árboles y no es manejada para la producción de miel Quezada-Euán J. (2005). Sin embargo, *M. beecheii* es el meliponino más común en México con una amplia distribución a lo largo de las dos costas y la península de Yucatán, así como en Belice, Cuba y Jamaica, aunque su distribución por el Caribe podría estar influida por su uso en la meliponicultura. A diferencia de *M. colimana*, esta especie es explotada desde épocas precolombinas para la producción de miel, cera y polen, siendo manejadas en jabones o cajas especialmente diseñadas para ello (Hurtado-Burillo et al., 2014).

En este sentido Lóriga et al. (2011), indican que las poblaciones de *M. beecheii* de la Isla de Cuba, son genéticamente más similares a las de la Península de Yucatán que a las de Costa Rica. Estos datos apoyan la hipótesis inicial basada en caracteres morfométricos y por tanto se sugiere que el posible origen de la población de la especie *M. beecheii* de Cuba es la Península de Yucatán y esto probablemente sucedió, por medio de introducciones humanas o por procesos de dispersión de tipo evolutivo.

En el Caribe insular solo existen dos especies de meliponinos, *Melipona variegatipes* en las islas de Monserrate, Guadalupe y Dominica y *M. beecheii* en Cuba y Jamaica según Genaro (2006). En México *M. beecheii* es una especie de amplia distribución y una de las más empleadas en la meliponicultura, dada su docilidad y elevado rendimiento de miel, elementos que la hacen una de las especies preferidas por los pobladores rurales (Faversani, 2006).

## Hábitat.

Las abejas sin aguijón al escoger sus sitios de anidamiento muestran instintos muy diversos. Según Pimentel (2005) prefieren el tronco hueco de un árbol, aunque en función de la especie pueden nidificar en cualquier cavidad que encuentren disponible, desde agujeros en árboles, piso y paredes, incluyendo tumbas en los cementerios, hasta nidos abandonados de hormigas (Sheffield et al., 2014).

En Cuba las colonias de *M. beecheii*, en su estado natural son más numerosas en zonas costeras de la Ciénaga de Zapata y en zonas montañosas. Allí encuentran un ambiente natural poco deteriorado por la deforestación, abundante alimentación todo el año y amplia diversidad de plantas tales como: Almácigo (*Bursera simaruba*, (L.) Sarg.), Bagá (*Annona glabra*, Forssk.), Baría (*Cordiagerascanthus*,L.), Icaco (*Chrysobalanusicaco*, L.), Júcaro (*Bucida buceras*, L.), Palma cana (*Sabalpalmetto*, Lodd.), Palma real (*Roystonearegia*,O.F. Cook.) y Yaití (*Gymnantheslucida*,Sw.). Con frecuencia construyen sus nidos en el Búfano (*Fraxinus cubensis*, Griceb.), árbol silvestre de las oleáceas que abunda al margen de regiones pantanosas, mientras que en zonas altas (costaneras) es común encontrarlas viviendo en el Soplillo (*Lisilomabahamensis*, Benth.), árbol silvestre de las Mimosáceas. Lo que está determinado por la abundancia de estas especies en la zona y porque sus troncos generalmente son ahuecados (Vázquez et al., 2011).

La presencia de meliponas en zonas con estas características demuestra la necesidad de conservar los bosques, preservándose la disponibilidad de recursos naturales (arbóreos y florísticos), para el mantenimiento de sus poblaciones según Palacios (2004). Pues en este sentido, la fragmentación y la pérdida de hábitat influyen en la dinámica de los bosques, teniendo efectos negativos en las poblaciones de abejas y los servicios de polinización (Winfrey & Bartomeus, 2011).

## **Materiales de construcción de los nidos.**

En la construcción de los nidos, las abejas utilizan diversos materiales como: cera pura, cerumen (mezcla de cera + resinas que colectan de árboles y arbustos heridos) y en algunos casos batumen (mezcla de propóleos +barro), elementos que destinan para la delimitación del espacio interno (Nogueira-Neto, 1997).

La cera es una sustancia segregada por glándulas ceríferas ubicadas en el dorso del abdomen de abejas jóvenes. Dicha sustancia sale formando escamas de entre los anillos del abdomen, recogida y moldeada por las mandíbulas de las obreras, y mezclada con propóleos para la construcción de torales de alimento y panales de cría. Al parecer tiene cualidades preservantes, pues el polen almacenado en los torales se conserva indefinidamente, en cambio sí se saca fuera, puede enmohecerse con rapidez (Pimentel, 2005).

## **Estructura de los nidos.**

La colmena está constituida por un nido de incubación, núcleo o cámara de cría donde nacen y se desarrollan las larvas, las celdas más claras contienen estadios evolutivos más desarrollados (pupas), mientras que en las celdas más oscuras se encuentran huevos y larvas; además construyen potes de polen alrededor de la cámara de cría y los potes de miel un poco más alejados de esta estructura. La cámara de cría está cubierta por finas láminas de cerumen denominadas involucro, que tienen función termorreguladora (Sommeijer & Jong, 2004).

La entrada de la colmena consiste en un orificio, de aproximadamente un centímetro de diámetro, que enmascaran fundamentalmente con tierra y resinas reportado por Álvarez et al.(2012). Después *M. beecheii* construye una especie de túnel que conduce al área de cría (generalmente al centro de la colonia en estado natural), cuyos diámetros no suelen ser menores de 20cm (González Acereto, 2008). En sus paredes adhieren resinas en forma de

cúmulos duros (lacsres), los que se tornan blandos y pegajosos al final del túnel (Vázquez et al., 2011) & (Peña, 2015).

Según Lóriga et al.(2015), en estudios realizados en la región occidental de Cuba; el número medio de panales por colonia fue de  $10,16 \pm 3,01$  con rangos entre 6 y 16, mientras un estudio en cuatro colonias de Matanzas (9) determinó una media de 12 panales, con mínimo de 9 y máximo de 18. Como los panales de cría, y en general casi todas las estructuras de cerumen, no son permanentes, debe ocurrir que, en dependencia de diversos factores relativos a la capacidad del alojamiento, la disponibilidad de alimentos, la calidad y edad de la reina y otros, este indicador varíe considerablemente.

#### *Castas.*

Pimentel (2005) plantea que la cantidad de abejas por colonia es pobre en algunas especies, mientras que otras son muy populosas contándose hasta 8000 abejas adultas. Las colonias de *M. beecheii* tienen por lo regular entre 800 y 1 200 obreras, aunque no es raro encontrar colonias de mayor tamaño (González Acereto, 2008).

#### *Reina:*

Es la casta femenina encargada de la reproducción, y en los Meliponinos puede coexistir con varias reinas vírgenes, que, en algunas especies, son mantenidas en confinamiento por las obreras, y son sacrificadas por estas mientras no se produzca en la colonia un cambio de reina o una enjambrazón de acuerdo con Arzaluz & Obregón (2004). Cuando la reina realiza la cópula durante el vuelo nupcial es fecundada, por un solo macho, regresa a la colonia y su abdomen se dilata producto del desarrollo que alcanza su sistema reproductor, característica que la distingue de los otros individuos y permite localizarla con

facilidad. Las reinas fisiogástricas una vez alcanzado este desarrollo no pueden volar, por lo que las nuevas colonias se fundan de manera natural con reinas vírgenes (Rovira, 2005).

En el género *Apis*, la reina estará determinada por el tipo de alimentación recibida. Debido a su alimentación la larva reina nacerá a los 16 días. Las otras larvas necesitarán 21 días para su total desarrollo. La reina adquirirá un tamaño dos veces superior al de las obreras y vivirá de cuatro a cinco años, mientras que la longevidad media de las obreras será de seis semanas. Otra diferencia, que se manifiesta ostensiblemente, es la actividad reproductiva. La reina pone diariamente de 2 000 a 3 000 huevos (en ocasiones su propio peso), sin embargo, las obreras, procediendo de huevos parecidos, nacen estériles y con aparato reproductor no desarrollado (Gusmán-Novoa et al., 2011).

En las especies de meliponinos se han hecho pruebas que demuestran su incapacidad de producir reinas partiendo de larvas de obreras, por lo que se presume que el sexo está determinado genéticamente en el huevo (Pimentel, 2005).

Las reinas vírgenes emergidas de los huevos, pueden ser mantenidas en la colonia por algún tiempo, algunas veces dentro de potes de alimento vacíos. Tanto en Trigonini, como en Meliponini algunas reinas vírgenes pueden sustituir a la reina de la colonia en caso de muerte o enjambrar, junto o con parte de las obreras, para fundar un nuevo nido. Las restantes son eliminadas de la colmena por las obreras. Reinas vírgenes pueden ser encontradas en las colmenas durante todo el año con picos de producción en determinadas épocas (Faversani, 2006) & (Van Veen & Sommeijer, 1999).

#### *Obreras:*

Las obreras de *M. beecheii* son menores que las de *A. mellifera* y pesan entre 68 a 72 mg (Arzaluz & Obregón, 2004). Morfológicamente son muy similares a los zánganos, las

diferencias fundamentales se ubican en la corbícula, que es menos desarrollada en estos últimos, las uñas son simples y la cabeza algo más grandes. Al nacer asumen la función de nodrizas que consiste en: limpiar celdas, alimentar larvas adultas y luego alimentar larvas más jóvenes. En la tercera semana de vida construyen panales, operculan celdas de cría, concentran néctar, limpian la colmena, aplican propóleos, hacen sus primeros vuelos y vigilan la entrada de la colmena. En las últimas semanas de vida recolectan néctar, agua, polen, propóleos y vigilan la colonia. El control de la temperatura intranidal lo realizan abejas de cualquier edad (Corvi, 2007).

#### *Machos:*

Según Rovira (2005) el surgimiento de machos diploides es un efecto altamente deteriorante de una colonia. Estos individuos no desempeñan ciertas funciones esenciales para su normal funcionamiento.

Como en la mayoría de los Himenópteros (hormigas, avispas, abejorros y abejas), a los machos de la colonia y se les denomina huevos haploides ( $1n$ ), huevos no fecundados, que presentan solamente los cromosomas provenientes de la hembra ( $1n$ ). Por otra parte, las hembras son originadas a partir de huevos fecundados que poseen la totalidad del número cromosómico de la especie. Se denominan huevos diploides y son representados por el símbolo:  $2n$  ( $1n = \text{masculino} + 1n = \text{femenino}$ ), originan (Rovira, 2005).

De acuerdo con lo estudiado por Nogueira-Neto (1997) cuando la colonia se encuentra bajo los efectos de ciertas condiciones determinantes no es raro el surgimiento de machos a partir de huevos fecundados ( $2n$ ). Tal fenómeno surge de una interacción entre ciertos factores genéticos, principalmente en lo que se refiere a la consanguinidad y factores ambientales como adversidades climáticas y disponibilidad alimentaria. Ante condiciones estresantes la colonia se

torna más vulnerable a los efectos de la consanguinidad.

Otros factores como el tamaño de los torales de polen, la presencia de obreras jóvenes y las características de las celdas de cría pueden explicar la serie consecutiva de celdas de cría que solo reciben huevos destinados a originar machos (Moo-Vall et al., 2004).

### **Polinización.**

Según Hernández, (2010), miembros de la Red Indígena y Campesina para el Desarrollo Agroecológico, RICDA., la polinización es vital para la producción de alimentos, relaciona directamente los ecosistemas. La gran mayoría de las especies de plantas sólo se reproducen por semillas, si los animales polinizadores transportan previamente el polen de las anteras a los estigmas de sus flores. En espacios naturales y agrícolas en los que los polinizadores son abundantes y variados, los servicios de polinización se realizan de manera mucho más efectiva.

El proceso de polinización puede ocurrir por acción del viento o por medio de agentes polinizadores como aves, murciélagos y diferentes especies de abejas. En el primer caso las flores son poco vistosas, sin perfume, ni néctar, el polen es muy abundante, liviano y poco nutritivo (con reservas de almidón). En el segundo caso, las flores presentan nectarios, olores, corolas atractivas por sus colores y formas que se destacan en el paisaje formando parches. El polen es de variado tamaño, con distintas estructuras que favorecen la adherencia y tiene mayor valor nutritivo (Pimentel, 2005).

Uno de los compromisos de los representantes de todos los continentes que asistieron a la reunión de Río de Janeiro es mantener la diversidad de la vida. El grupo de organismos llamados “polinizadores olvidados” necesitan urgentemente que se tomen medidas para protegerlos. Porque la supervivencia del resto del mundo depende de ellos. Con la agricultura masiva, la deforestación, el desarrollo urbano en regiones antes silvestres, los polinizadores

han visto disminuidas sus poblaciones al no encontrar recursos alimenticios, sitios de nidificación y recursos para hacer sus nidos. Con la disminución de los polinizadores naturales, causada por el aumento en la destrucción del ambiente, se da la disminución de las especies de plantas a las cuales polinizan (Nates-Parra, 2005).

A causa del empleo de grandes extensiones de monocultivo, la fragmentación de hábitats y la ganadería intensiva, entre otros factores, las poblaciones de abejas silvestres y otros insectos polinizadores han disminuido, por tanto, la polinización dirigida de cultivos se ha convertido en una necesidad en la agricultura (Pimentel, 2005).

Refiere Nates-Parra (2005) que la eficiencia polinizadora de cualquier visitante floral está íntimamente relacionada con la biología floral de la planta y el comportamiento de forrajeo del animal. Las flores presentan mecanismos con pétalos de colores, olores y recompensas de néctar, polen, esencias y aceites para atraer otros organismos y obtener la polinización. Sin embargo, no todo visitante floral es un polinizador eficiente. Para que una especie animal pueda ser catalogada como buen polinizador de una especie vegetal, tiene que cumplir ciertos requisitos entre los que se cuentan:

Ser atraída en forma natural por las flores de esa especie, fiel a la especie, poseer el tamaño y comportamiento adecuado para remover el polen de los estambres y depositarlos en los estigmas, transportar en su cuerpo grandes cantidades de polen viable y compatible y visitar las flores cuando los estigmas tengan buena receptividad y antes del inicio de la degeneración de los óvulos.

Las abejas cumplen con estos requisitos dado que son atraídas naturalmente a las flores por sus colores y olores y muchas de ellas mantienen su constancia floral. Hay abejas de tamaños diversos y con adaptaciones morfológicas (presencia de escopas o corbículas y pelos plumosos o ramificados en diferentes partes del cuerpo) y de comportamiento (forrajeo por

zumbido: las abejas utilizan los músculos indirectos del vuelo, localizados en el tórax, para hacer vibrar su cuerpo y de esta manera transmitir el movimiento a las antenas de plantas que expulsan el polen a través de un poro apical) que les permiten estar en contacto con el polen, removerlo y traspasarlo de una flor a otra, facilitando así el proceso de polinización (Nates-Parra, 2005).

Refiere Hernández (2010) los órganos florales son estructuras complejas, cuyo plan organizacional está muy conservado, constituido por unas piezas infértiles (sépalos y pétalos) que protegen y atraen, y por unas piezas fértiles con la función reproductiva, estambres y carpelos. Sin embargo, esta organización tan invariable no significa que no exista gran diversidad morfo fisiológica de cada una de las piezas que componen a la flor.

Las modificaciones en las angiospermas, han surgido por la necesidad de un agente externo para la transferencia de los gametos masculinos hasta el estigma y de esta manera completar la fecundación. Esta necesidad es gracias a la participación de miles de especies de animales que son atraídos por los recursos localizados en las flores según con lo estudiado por Meléndez (2006). Las abejas son los polinizadores más importantes de las angiospermas (plantas con flores). Poseen una lengua larga, o *glosa* que utilizan para obtener el néctar. Muchas presentan un órgano adaptado para recolectar el polen, denominado corbícula en el tercer par de patas, otras poseen la *scopa* en el abdomen o carecen de este órgano por completo. Lo usan para transportar el polen a la colmena requerido en la alimentación de las crías (García & Linares, 2015)

Según Nates-Parra (2005) se considera que en el Neotrópico hay casi 6000 especies de abejas; 3000 especies de lengua larga (Apidae y Megachilidae) y 3000 de lengua corta (Colletidae, Andrenidae y Halictidae), que con sus visitas frecuentes a las flores se convierten en polinizadores eficientes, a diferencia de otros animales, que solo las visitan ocasionalmente.

Se plantea que la presencia de abejas contribuye al aumento de rendimientos en las cosechas, por ejemplo, La producción de soya se incrementó entre 15 y 20 %. En Australia la producción de miel es de unos 45000 dólares, mientras que el aumento de los rendimientos de las cosechas agrícolas se calcula entre 100 y 200 millones de dólares. En Cuba, investigaciones no publicadas dan cuenta de rendimientos en cítricos que varían entre 10 y 26 % cuando se colocaron colmenas en las plantaciones de este frutal, no solo hay más producción por árbol, sino que las frutas son de mejor calidad (Pimentel, 2005).

### **Abejas sin aguijón y su eficiencia como agentes polinizadores.**

Diodato & Fuster (2008) estima que cerca del 73% de las especies vegetales cultivadas en el mundo y más del 75% de la vegetación mundial son polinizados por abejas. En la agricultura, los híbridos actuales dependen de la calidad del servicio de polinización para maximizar el rendimiento del cultivo y entre las abejas polinizadoras visitantes, el grupo de las abejas nativas parece ser el más eficiente dado que transportan más polen por individuo que la abeja doméstica *A.mellifera*.

Meléndez (2006) ha demostrado que *Apis mellifera* es menos eficiente en la polinización que las especies nativas. De igual forma, observaciones del uso de los recursos florales en *Cucurbitamoschata* y *Citrulluslanatus*, han mostrado que *Apis mellifera* es una especie que desplaza frecuentemente a diferentes especies de abejas nativas.

Según Vázquez et al. (2011) *M. beecheii*, aunque produce menos miel que las abejas del género *Apis*, posee una serie de ventajas que justifican su empleo en la agricultura moderna: por su tamaño relativamente pequeño, abarca más diversidad de especies de la flora en el pecoreo y proporciona un amplio beneficio a plantas nativas y mayor uso de las mismas con respecto a la polinización y producción de miel, reducida vulnerabilidad a plagas y enfermedades como *Varroa destructor* dada la rusticidad que presentan, por su fácil manejo,

son colonias más prácticas para su utilización en la agricultura urbana y suburbana, presentan un solo orificio de entrada y salida en la colmena, lo que facilita su protección y bioseguridad, tienen poca capacidad defensiva para su manipulación (no agujijonean), pueden ser cultivadas en áreas de muy variadas características, no requieren de altos insumos para su crianza, producen miel con abundantes propiedades medicinales, idónea para su empleo en la industria farmacéutica.

Según Rosso y Nates-Parra (2005) otras ventajas como la falta de un agujijón funcional, el gran número de especies disponibles y la gran diversidad de tamaños, las hace especialmente útiles para polinizar en invernaderos pequeños (*Asc*). Además, colectan y utilizan gran cantidad de polen y néctar durante todo el año, de tal forma que numerosas flores pueden ser visitadas y polinizadas. Sus colonias pueden ser fácilmente manipuladas con un bajo costo y otros productos de la colonia como el cerumen, la miel y el polen, pueden ser comercializados.

La venta y alquiler de colonias para polinización puede convertirse en un agro negocio rentable, tal como sucede con otros géneros de abejas como *Apis* y *Bombus*. En Brasil, el rango de precios de venta de una colonia de meliponinos fluctúa entre cuatro y 160 USD, dependiendo de la especie, la región, el objetivo del comprador y el estado de la misma (Rosso & Nates-Parra, 2005).

En la zona maya la meliponicultura es realizada como una actividad secundaria, los meliponicultores practican también en otras labores como la ganadería, muchos son apicultores (86%) y una parte pequeña son artesanos, el promedio de edad de los meliponicultores es de 42 años, siendo el menor de 22 años y el mayor de 85 años. La proporción de hombres es de 86% y de mujeres de 14%. En referencia al precio de la miel, en estas comunidades son

valoradas a un precio de \$500.00 por litro en promedio, aunque en la reventa puede tener un valor de \$1,200.00 (Chan & Rodríguez, 2015)

Varias especies del género tienen importancia cultural y económica, ya que su miel, polen y cera se utilizan con frecuencia como medicamentos y suplementos alimenticios y en prácticas religiosas referido por Ayala et al. (2013). Pese a que se han publicado varios trabajos tratando de estimar el valor obtenido en cultivos y en servicios ambientales, es aun necesario obtener mayores estimativos que además permitan convencer a los políticos y a la clase dirigente sobre la importancia de conservar y aumentar las poblaciones de polinizadores. Adicionalmente, es difícil asignar el valor a un solo polinizador (por ejemplo, abejas melíferas) donde existen varios polinizadores que contribuyen de diferentes maneras a los servicios del ecosistema Organización Mundial de la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014).

La necesidad de encontrar alternativas de mercado para los pequeños apicultores, sumado a la necesidad de proteger las áreas apícolas naturales, explica el interés del Corredor Biológico Mesoamericano-México (CBMM) por conocer la situación del mercado y su funcionamiento. En el campo de la investigación el énfasis ha sido puesto en analizar la situación del manejo, producción y comercialización de mieles en el país e identificar mieles con potencial de diferenciación, es decir, mieles que por las características de su néctar pueden encontrar un buen lugar en el mercado internacional Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2015).

Si bien se ha estimado que el valor comercial de la polinización supera ampliamente el valor de los productos de la colmena, no puede desestimarse la importancia de éstos para el hombre. La miel de las abejas sin aguijón, además de sus importantes características alimenticias, es ampliamente utilizada en medicina tradicional para el tratamiento de enfermedades oculares (conjuntivitis, pterigios y cataratas), respiratorias y digestivas, lo cual la

hace un producto muy apreciado localmente y de gran demanda en tiendas y farmacias naturistas (Fonte, 2007).

Por diversas razones relacionadas con su escasez, sus características medicinales y otras propiedades, la miel de meliponinos alcanza precios varias veces superiores a los de *Apis mellifera* en los mercados locales, lo que las hace una interesante alternativa de ingresos complementarios para las familias rurales FAO (2014).

Lamentablemente, en muchos casos la obtención de este producto la realizan cazadores de miel, quienes al momento de extraerla destruyen la colonia y el árbol en el que se encuentra o la dejan en muy malas condiciones, haciéndola vulnerable al ataque de parásitos y predadores. Es difícil establecer un precio medio de venta de esta miel; existen datos que indican precios desde cinco hasta 80 USD por litro. La presentación más común es en botellas y envases de vidrio o en goteros de 10 ó 20 mL. La producción de miel por colonia también es muy variable, dado el gran número de especies y las condiciones ecológicas de las diferentes localidades. En promedio, pueden esperarse producciones en litros por colonia al año), entre uno y cuatro litros para especies del género *Melipona*; entre 500 mL y un litro para *Tetragonisca angustula*, y entre 0,4 y ocho litros para otras especies (Chan y Rodríguez, 2015).

Se han reportado producciones de hasta diez litros en condiciones especiales, como las floraciones abundantes y con la práctica de la meliponicultura migratoria (técnica mediante la cual se transportan las colmenas de una zona a otra, en busca de las principales temporadas de floración de cultivos o bosques, lo cual asegura una provisión constante de pasto apícola para las abejas, que se refleja en altas producciones de miel) (Rosso & Nates-Parra, 2005).

### **Importancia de la miel de *Melipona beecheii* en la medicina natural.**

Según Labougle y Zozaya (1986) en México, la especie *Melipona beecheii*, llamada entre los apicultores simplemente melipona, produce en promedio un litro de miel al año, y su constitución físico-química es muy distinta a la de la abeja melífera. No es usada como edulcorante, es más líquida, pues contiene 26 % o más de humedad y su sabor es más ácido. Su aplicación es netamente medicinal. Como estas abejas sin aguijón usan un tipo diferente de estructura para almacenar la miel y para el nido de cría, los mejores métodos de mantener estas abejas no son muy eficaces en aumentar la producción. Esto, en combinación con bajos rendimientos, hace que el cuidado de estas abejas sea económicamente práctico sólo para uso casero.

Respecto a la miel de meliponas, Grajales et al. (2001), indica que las civilizaciones aborígenes mexicanas la utilizaron con fines comerciales, rituales y medicinales, pero que, hasta nuestros días, son pocos los estudios con base científica que se han realizado. Estos autores determinaron para las muestras de *Melipona beecheii* (dos muestras), pH (4,5), acidez (28 mg/kg), humedad (24 %), conductividad eléctrica (0,551 ms/cm), y HMF (64,79 mg/kg). A falta de una norma para las mieles de melipónidos, los propios autores toman como referencia los parámetros establecidos para la miel de *Apis mellifera*.

La miel de las abejas sin aguijón, además de sus importantes características alimenticias, es ampliamente utilizada en medicina tradicional para el tratamiento de enfermedades (oculares conjuntivitis, pterigios y cataratas), respiratorias y digestivas, lo cual la hace un producto muy apreciado localmente y de gran demanda en tiendas y farmacias naturistas (Grajales et al., 2001).

Por diversas razones relacionadas con su escasez, sus características medicinales y otras propiedades, la miel de melipónidos alcanza precios varias veces más altos que el de la de *Apis mellifera* en los mercados locales, lo cual las hace una interesante alternativa de ingresos complementarios para las familias rurales. Lamentablemente, en muchos casos la obtención de este producto la realizan cazadores de miel, quienes al momento de extraerla destruyen la colonia (y el árbol en el que se encuentra) o la dejan en muy malas condiciones, haciéndola vulnerable al ataque de parásitos y predadores (Rosso & Nates-Parra, 2005).

#### **Usos de las mieles de meliponas.**

En Costa Rica la miel posee disímiles aplicaciones entre ellas: Sirve para aliviar dolores después del parto.

#### **Particularidades para la exportación de miel:**

Según el Centro de Vinculación con el Sector Productivo de la UNAM, (2000):

La miel de exportación deberá pasar las normas internacionales fitosanitarias para su comercialización.

Respecto a la demanda de éste producto se observa un incremento moderado en los últimos años. El sector de comercialización y de envasado es el que ha tenido mayor actividad, así como el sector exportador.

El grado de humedad de la miel depende de la temporada de su cosecha, por lo que, si llovió en demasía, el contenido de humedad de la miel puede ser mayor de 18.6% que es el máximo para almacenarla con seguridad. Sin embargo, aun la miel totalmente operculada, si es

conservada al descubierto en lugares húmedos absorbe humedad del aire y se fermenta, por lo que se recomienda que la miel extraída sea calentada hasta 65-70 grados centígrados, con lo que se le quita la humedad excesiva y se logra eliminar el pronunciado sabor agrio.

A la miel en panal se le puede rebajar la humedad haciendo circular una corriente de aire tibio y seco sobre los panales. Se recomienda amontonar las alzas en forma de cruz en una habitación cerrada de modo tal que el aire pueda circular a través de las mismas.

La extracción de la miel de los panales puede realizarse a través de fuerza centrífuga, lo cual los afecta ligeramente por el desopercolado y permite devolverlos a las colmenas para que sean fácilmente reparados y nuevamente cubiertos de miel y se puede producir por lo menos dos veces más miel extraída que miel en panal ya que a finales de cada temporada, durante un corto flujo de néctar, las abejas pueden llenar un alza de panales de extracción en el mismo tiempo que emplean para trabajar las láminas de cera.

Debido al alto costo de todo equipo, no resulta práctico para un apicultor con menos de diez colonias invertir en equipo de extracción, a menos que pueda conseguirlo usado y a muy bajo precio. Sería aconsejable que se dedicara a producir y a vender miel en panal lo que requiere una inversión menor, de esta manera venderá su cosecha más rápidamente y a mejores precios que si tratara de miel extraída.

La miel es más fácil de extraer cuando existe una temperatura cálida, pero si necesita hacer su extracción después de que las noches enfríen, es recomendable que almacene sus alzas en forma cruzada en una habitación tibia y seca a 21° C o más, para que toda la miel se caliente bien. Al cruzar las alzas se administra mejor circulación de aire.

En cultivos de polinización cruzada como la calabaza, pepino y melón, aunque reciban agrotecnia adecuada, reportan bajos rendimientos debido a la escasez de agentes

polinizadores. El empleo de colmenas de *M. beecheii* como polinizadores en el cultivo de la calabaza, incrementó los rendimientos productivos hasta un 30 % en la Empresa de Cultivos Varios Horquita, lo que repercute positivamente en la seguridad alimentaria de la población y tras beneficios económicos a los productores (Vázquez et al., 2011).

Las abejas nativas son los agentes polinizadores más importantes del Neotrópico, por lo que su crianza contribuye a la conservación de la flora específica de estas regiones y los cultivos de importancia económica. Las principales limitantes para su utilización son el número de colonias disponibles, la falta de conocimiento sobre la necesidad de polinización, así como identificar las especies con las que se pueden obtener mejores resultados por servicios de polinización de los cultivos tropicales (Aguar, 2009)

#### **Actividad externa de las Abejas sin Aguijón y polinización.**

La efectividad de la polinización depende en gran medida de la actividad externa de la colonia, entendida como el número de abejas que salen o entran en las colmenas con o sin material aparente (Hilario, Riveiro, & Imperatriz, Efeito do vento sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* según Holmberg (1903) (Apidae, Meliponini)., 2007), afectadas por una serie de factores como: distancia entre el apiario y la plantación, pico, densidad y período fértil floral, condiciones climáticas, relieve y vegetación predominante (presencia de cultivos con floraciones atractivas ejemplo: plátano, frutales, etc.).

Ecológicamente la actividad de vuelo de las abejas ofrece datos fundamentales para el conocimiento de la biología de las especies, su aplicación en la conservación de especies forestales y el planeamiento efectivo de la polinización de plantas agrícolas (Borges et al., 2005).

Según Pierrot & Schlindwein (2003) en *Meliponas cutellaris* Latreille la disponibilidad de recursos en la vegetación circundante parece ser el mayor factor para definir las actividades de las pecoreadoras en un día dado. En este sentido Corvi (2007) plantea que el tiempo de pecoreo varía de acuerdo a la cantidad de néctar secretado, que a la vez depende de varios factores climáticos, principalmente temperatura y humedad.

#### Temperatura:

Carvalho-Zilse et al. (2007) afirma que los factores meteorológicos influyen sobre el forrajeo y en el costo energético para regular la temperatura corporal durante esta actividad. Cerca del 80 % de la energía producida por los músculos durante el vuelo se pierde en forma de calor.

La temperatura es el factor más importante para que las abejas desarrollen normalmente sus funciones de acuerdo con lo estudiado por Rodríguez et al. (2007) porque son organismos relativamente pequeños, su relación superficie volumen es alta y existe un intenso intercambio de calor con el medio ambiente, por lo que son muy dependientes de la temperatura ambiental. Las bajas temperaturas disminuyen el metabolismo, obstaculizando el vuelo y otros movimientos. Las temperaturas muy elevadas las llevan a disminuir las actividades externas e inducen el comportamiento de ventilación de la colonia.

Souza et al. (2006) informaron que en *Melipona asilvai*, la temperatura fue el factor meteorológico con mayor influencia en la actividad externa, mostrando una correlación significativa con la entrada de abejas a la colonia y la recolección del polen. Teixeira & Melo (2005) investigaron nueve especies de abejas sin aguijón con el objetivo de evaluar la influencia del tamaño corporal, en función de la temperatura, sobre el inicio de la actividad de vuelo. Encontraron que las abejas de mayor tamaño inician sus actividades de vuelo a temperaturas más bajas que abejas de especies menores. Concluyeron que la temperatura

ambiente es uno de los factores más importantes en la regulación del vuelo de las pecoreadoras.

En *Melipona bicolor* la actividad de vuelo y cosecha de polen ocurre, fundamentalmente en la mañana, a temperaturas entre 11oC y 16oC. En esta especie, las abejas de colonias grandes inician sus vuelos a temperaturas más bajas que las de colonias medias y chicas Hilario et al. (2000)

Hilario et al. (2001) verificó que la actividad de vuelo depende del tamaño corporal del insecto. Especies mayores volaron en condiciones de temperatura y de luz más bajas que especies menores, demostrando que las especies de mayor talla, son capaces de controlar mejor la temperatura corporal.

Rodríguez et al. (2007) caracterizaron la actividad de vuelo de *Tetragona clavipes* para mostrar las posibles relaciones de algunos factores medioambientales como la temperatura, la humedad relativa y la radiación ultravioleta tipo A, evidenciaron que existe una alta correlación entre el comienzo y el final de la actividad de vuelo y la temperatura ambiental. Sin embargo, la radiación ultravioleta y especialmente la humedad relativa del aire no mostraron un papel importante en este comportamiento y se consideraron como factores secundarios (Fabricius, 1804).

Cruz et al. (2004) reportó que los patrones de forrajeo de *Melipona subnitida* en cultivos protegidos de Pimiento (*Capsicum annuum* L.), encontraron que los mayores picos de forrajeo ocurrieron en los horarios iniciales y finales de observación (07.00 y 15.00 horas respectivamente) cuando la temperatura en el interior de la casa de cultivo protegido era más amena. Ese comportamiento se debe a que algunas especies de abejas sin aguijón prefieren visitar las flores en las horas más frescas del día (Slaa, 2000).

Kajobe y Echazarreta (2005) reportaron que el aumento de la temperatura resultó en un incremento significativo del número de abejas que salían de las colmenas de *Melipona ferruginea* y *Melipona nebulata*.

Borgeset al. (2005) estudiaron la actividad de vuelo de *Melipona marginata obscurior* Moure en distintas épocas del año reportaron que la temperatura y la radiación solar ejercieron influencia significativa en las actividades externas de las abejas durante el otoño e invierno. Durante las estaciones de primavera y verano la colecta de polen por esta especie ocurrió desde las primeras horas de la mañana, mientras que durante el otoño e invierno el forrajeo fue tardío.

#### Precipitaciones:

Hilario et al. (2001) al estudiar la influencia de los factores climáticos sobre la actividad de vuelo en *Plebeia pugnax* Moure, determinaron que el comienzo de la lluvia provocó que las abejas pecoreadoras regresaran rápidamente al nido y que disminuyera el número de obreras que salían. En algunas especies de meliponas se ha demostrado una reducción de la actividad de vuelo, una hora antes del comienzo de las precipitaciones, hecho que demuestra la capacidad de percepción de estos insectos sobre las variaciones climáticas en relación a la humedad relativa y presión barométrica.

Souza et al. (2006) observaron que la menor actividad de vuelo en *Melipona asilvai*, durante 10 meses en estudio, ocurrió en el mes más lluvioso. Al estudiar la influencia de las precipitaciones sobre la actividad externa de *Plebeia remota*, encontraron un decrecimiento en la cantidad de vuelos tanto antes como durante las precipitaciones. Al cesar la lluvia dicha actividad se incrementó, demostrando una compensación en relación al período lluvioso (Hilario et al.,2007).

Kajobe & Echazarreta (2005) reportaron que en los bosques tropicales de Uganda *Melipona nebulata* forrajó en la llovizna, estrategia de sobrevivencia que podía promover la buena forma reproductiva de esta especie.

### **Humedad:**

La humedad relativa es el factor más importante para la actividad de vuelo de *Melipona bicolor*. Esta especie vuela con altos niveles de humedad relativa, como ocurre en su hábitat natural; medio ambiente boscoso con alta humedad relativa y constantes neblinas Hilario et al. (2000). Según Borges et al. (2005) la mayor intensidad de vuelo registrada en las estaciones de primavera y verano para *Melipona marginata obscurior* Moure ocurrió en un rango de humedad relativa entre 81-90 %. En *Melipona asilvai* Moure la humedad relativa mostró una correlación positiva significativa con la recolección de barro (Souza et al., 2006).

### **Velocidad y dirección de los vientos:**

El viento incide negativamente sobre vuelo de las meliponas. Se plantea que el efecto del viento es similar al de la lluvia y provoca que las abejas seleccionen recursos florales próximos a sus colmenas (Roubik, 1989)

Las abejas sin aguijón tienen porte pequeño, en general menor de 0.8 cm. y por eso se muestran más sensibles al viento. Hilario et al. (2007), determinaron la influencia de la velocidad del viento sobre la actividad de vuelo, de *Plebeia remota*, en las cuatro estaciones del año. Durante las épocas de primavera, verano y otoño la menor intensidad de vuelo ocurrió cuando no hubo vientos o cuando su velocidad estuvo por debajo de 0.5 m/s, se incrementó a partir de velocidades de 0.5 y 1.5 m/s, se mantuvo con relativa estabilidad hasta los 4 m/s y alcanzó valores máximos entre 4.0 y 5.5 m/s. En cambio, durante el invierno, disminuyó dicha actividad cuando la velocidad del viento superó los 5.5 m/s.

Borges et al. (2005), observaron actividad de vuelo de *Melipona marginata obscurior* entre 0.0 m/s y 10.3 m/s, en primavera-verano, y entre 0.0 m/s y 4.0 m/s, en otoño-inverno, con marcada influencia de otras variables climáticas, destacándose la temperatura ambiental.

Según Hilario et al. (2007), el viento a favor facilita los vuelos a larga distancia de las abejas desde las colmenas hasta las principales fuentes de alimento, sin embargo, dificulta su retorno a las colonias. Por ejemplo, *Plebeia remota* evita con frecuencia dejar la colonia en direcciones contrarias al viento.

### **Competencia:**

Existe agresividad en las flores entre varias especies de *Trigona* en Costa Rica. Las diferenciaciones temporal y espacial de los nichos, entre las especies de abejas sin aguijón, pueden estar determinadas por características morfológicas de las abejas como el tamaño del cuerpo, el color y las partes de la boca. También influyen la velocidad de vuelo, la habilidad de abastecerse, mecanismo específico de recolección del polen y néctar, la agresividad y la selección del alimento. (Aguilar, 2009)

Existió una variable composición de especies de abejas forrajeando, durante el día, en un área florida. Hubo tendencia a que las especies de mayor tamaño llegaran primero que las especies más pequeñas. Esto sugiere que las diferencias del cronometraje en el forrajeo permite evitar la competencia directa por las flores. Se conoce que las colonias fuertes expanden sus áreas de forrajeo más rápidamente que las débiles (Cruz et al.,2004).

En meliponarios de litoral cenagoso en la Empresa Cultivos Varios Horquita, Vázquez et al. (2011) utilizaron la actividad externa para estimar la fortaleza de colonias de *M. beecheii* obtenidas por dos métodos de reproducción. Se encontró que los picos de actividad externa se produjeron desde las 09:30 hasta las 11:30 am para las colmenas fuertes y hasta las 10:00 am para las colmenas débiles, luego decayeron hasta el final de la tarde.

Aunque la tendencia o manifestación de la actividad externa en el transcurso del día fue similar para ambos métodos, el comportamiento de este indicador fue superior en las colmenas fuertes. Resultados similares obtuvo (Roubik, 1989) quien refiere que las colmenas fuertes recolectan mayor cantidad de néctar y polen en horarios más tempranos, estableciendo competencia con las débiles. Además, se conoce que las colonias fuertes expanden sus áreas de forrajeo más rápidamente que las débiles (Cruz et al.,2004).

También Hilario et al. (2003), encontraron en *Melipona bicolor*, que las colonias más grandes fueron las primeras en iniciar la actividad de forrajeo. Demostrando que el tamaño de la colonia influye, significativamente, sobre la actividad externa de las abejas.

Carvalho-Zilse et al. (2007) en colonias de *Melipona seminigra*, evaluadas durante los meses de agosto a julio, reportaron que el mayor flujo de vuelo ocurrió en el período matutino, entre las seis a siete horas, representando el 73.6 % del total de vuelos durante el día. Observaron que en la sección matutina el polen fue el material más colectado por las abejas, seguido por resinas, barro, néctar y agua, mientras que durante el comienzo de la tarde correspondió en orden decreciente al barro, resinas, néctar, agua y polen.

Experimentos realizados en Costa Rica, mostraron que varias especies del género *Melipona* entre ellas *Melipona fascista*, *M. beecheii* y *Melipona favosa*, acostumbran a colectar polen en el inicio del día. Pero en un ambiente experimentalmente techado, como una casa de cultivo protegido, sin otros insectos competidores, la especie *Melipona favosa* no colectó polen en el inicio de la mañana (Borges et al.,2005).

Cruz et al. (2004) registraron tres picos de forrajeo de *Melipona subnitida* en cultivos de pimiento bajo condiciones techadas, a lo largo del día (07:00, 12.00 y 15.00 horas). Esos picos coincidieron con los momentos de liberación de los recursos florales por parte del cultivo. Según Roubik (1989), en el horario de la tarde las fuentes de néctar y polen se agotan a consecuencia del forrajeo. Borges et al. (2005) señalaron que en *M. beecheii* la recolección del

polen es mayor en horarios matutinos, mientras que la recolección de barro, resinas y la eliminación de desechos es mayor temprano en la mañana y al atardecer.

Hilario et al. (2000) reportan que en colonias de *Melipona bicolor* a medida que declina la recolección de polen se incrementa la recolección de barro y resinas, y que el movimiento de desechos es mayor en el comienzo de la mañana y al final de la tarde.

Vázquez et al. (2011) plantean que en los meliponarios de litoral cenagoso en que se efectuó la investigación, las abejas, durante las horas de la tarde, dedican tiempo a la limpieza de las colmenas, eliminando impurezas y miembros muertos, elementos que cargan apresados entre sus mandíbulas para alejarlos de la colmena.

Contreras (2015), revela que los datos obtenidos en una investigación realizada en Chiapas, indican una fuerte tendencia a la pérdida de conocimiento de las abejas nativas sobre todo en las personas jóvenes. Los factores pueden ser: debilitamiento de los mecanismos de transmisión de conocimiento; disminución de actividades relacionadas a la recolección de recursos naturales; venta de productos a precios más bajos como el azúcar o pegamento, que la inversión de tiempo que implica las prácticas relacionadas a la extracción de miel y cera. Finalmente es importante registrar el conocimiento local de las especies nativas de abejas porque gracias al testimonio de un colaborador clave (de edad avanzada) se confirma la existencia de *Paratrigona opaca* reportada por primera vez en Chiapas por (Camargo & Moure, 1994).

## Capítulo II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización de la investigación:

Las colectas de abejas se realizarán en un meliponario ubicado en el consejo popular Juanita II del municipio de Cienfuegos durante el período de mayo a julio 2022. EL sitio de colecta y el número de colmenas muestreadas se muestran en la tabla 1.

Las muestras de abejas se tomarán de la cámara de cría, se seleccionarán de 15 a 20 obreras jóvenes y se preservarán en etanol absoluto a  $-20^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis morfométrico en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos.

**Tabla 1.** Información sobre el lugar de la colecta, número de abejas colectadas (N) y cantidad de colmenas (CC)

Municipio	Lugar	N	CC	Coordenadas geográficas
Cienfuegos	Juanita II	30	3	Lat. 22.149639 Long. -80.440933

### II.1 Evaluación morfométrica de una población de *M. beecheii* en el municipio de Cienfuegos:

En el análisis morfométrico se evaluarán 12 caracteres morfológicos: ancho de la cabeza (AC), largo de la cabeza (LC), ancho del clypeus (ACL), largo del ala anterior derecha (LAA), ancho del ala anterior derecha (AAA), longitud del ala posterior derecha (LAP), ancho del ala posterior derecha (AAP), longitud del fémur (LFE), longitud de la tibia (LTI), ancho de la tibia (ATI), ancho del basitarso (ABA) y la distancia intertegular (DI). Las mediciones se

realizaron en 10 abejas obreras por colonia mediante la metodología propuesta por (Hartfelder & Engels, 1992) & (Diniz-Filho & Pignata, 1994)

A cada abeja se le diseccionará la cabeza, las alas (anterior y posterior derecha), y la tercera pata derecha, para su análisis. De estas estructuras anatómicas, serán fijadas entre láminas portaobjetos el ala anterior y posterior derecha y la tercera pata derecha de cada abeja, mientras que la cabeza será fijada solamente en una lámina. El tórax se fijará con agujas entomológicas para la medición de la distancia intertegular.

Los 12 caracteres a evaluarse serán medidos con una precisión de 0,001  $\mu\text{m}$ , por medio del software Motocimages.

Análisis de los datos morfométricos:

Los datos morfométricos se procesarán mediante Análisis de Varianza de Clasificación Simple (ANOVA). Para determinar si existirán diferencias significativas entre las variables evaluadas se compararán las medias por la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ). Además, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para determinar la distribución espacial de las tres poblaciones (Wiley, 1981), con el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows.

## **II.2 Evaluación del grado de maculación cefálica de una población de abejas sin aguijón *M. beecheii* en el municipio de Cienfuegos:**

El grado de maculación cefálica se determinará por la importancia atribuida a este carácter por Quezada Euán et al. (2007), quienes lo consideran importante en el establecimiento del origen biogeográfico de las poblaciones de esta especie. La evaluación de este rasgo se realizará mediante la determinación del área cubierta por marcas amarillas en la región del clypeus y las áreas supraclypeal y malar en la cabeza de cada obrera examinada, por la escala de tres grados (escasa, media e intensa) de los autores antes referidos, donde:

- Escasa: las marcas amarillas cubren menos del 10% del clypeus y el área supraclypeal, apenas visible en el área malar alrededor de los ojos

- Media: las marcas amarillas cubren entre el 10 - 50% del clypeus y del área supraclypeal y se extienden como delgadas líneas en el área malar alrededor de los ojos

- Intensa: las marcas amarillas cubren más del 50% del clypeus y del área supraclypeal y se extienden en forma de anchas líneas en el área malar alrededor de los ojos

Las imágenes para morfometría y maculaciones se tomaron con una cámara, Canon EOS 60D, conectada a un microscopio Leica S8APO y el software Scopelimage 9.0

### **II.3 Comparación de variaciones morfométricas y la coloración cefálica de abejas Meliponas estudiados en Cienfuegos con otras poblaciones de abejas sin aguijón de Cuba:**

Para el análisis de las variaciones morfométricas y la coloración cefálica de abejas meliponas estudiados en Cienfuegos, se tomará como referencia los resultados obtenidos por May-Itza et al. (2019) quienes establecieron una comparación entre abejas procedentes de Mayabeque, Mexico y Costa Rica en el estudio genético y morfológico para rastrear el origen de *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini) de Cuba.

## Capítulo III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### III.1 Evaluación morfométrica de una población de *M. beecheii* en el municipio de Cienfuegos:

La evaluación de 12 caracteres morfométricos para las tres colmenas estudiadas en el consejo popular Juanita II, mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas, excepto para tres caracteres de abejas *Meliponas beecheii*. Las abejas de la Colmena 1 y la Colmena 2 mostraron diferencias en cuanto al Ancho de la cabeza (AC), Largo de la cabeza (LC) y el Largo del Ala Posterior (LAP). Mientras que en la muestra perteneciente a la colmena 3 manifestaron diferencias para el Ancho del Basitalso (ABA) y la distancia intertegular (DI) en comparación a las muestras de las colmenas 1 y 2 (Tabla 1).

**Tabla 2. Caracteres morfométricos de abejas *M. beecheii* por colmenas.**

Caracteres (mm)	Colmena 1	Colmena 2	Colmena 3
AC	0,321 ± 0,004	0,161 ± 0,200*	0,198 ± 0,200*
LC	0,270 ± 0,038	0,151 ± 0,200	0,217 ± 0,200*
ACL	0,233 ± 0,131	0,205 ± 0,200*	0,234 ± 0,130
LAA	0,231 ± 0,138	0,194 ± 0,200*	0,126 ± 0,200
AAA	0,131 ± 0,200	0,178 ± 0,200*	0,153 ± 0,200
LAP	0,188 ± 0,200*	0,552 ± 0,000*	0,146 ± 0,200*
AAP	0,139 ± 0,200*	0,194 ± 0,200*	0,182 ± 0,200*
LFE	0,172 ± 0,200*	0,164 ± 0,200	0,243 ± 0,201
LTI	0,167 ± 0,200*	0,252 ± 0,071	0,269 ± 0,039
ATI	0,228 ± 0,149	0,177 ± 0,200	0,169 ± 0,200
ABA	0,123 ± 0,200*	0,177 ± 0,200*	0,379 ± 0,000
DI	0,188 ± 0,200	0,296 ± 0,013	0,168 ± 0,200*

Nota. Diferencias cuando  $P < 0,05$

En este aspecto se alcanzaron valores similares al estudio realizado por Martínez-Machado et al, (2022), quienes declaran que en el análisis del tamaño corporal de abejas *M. beecheii* para dos meliponarios estudiados en el municipio de Cienfuegos mostro que no presentaron diferencias significativas para 8 caracteres morfométricos, excepto para el ancho de la cabeza (AC)  $5,016 \pm 0,014$ , la largo de la cabeza ( $4,311 \pm 0,024$ ) y largo del fémur ( $4,398 \pm 0,022$ ) fueron ligeramente mayores para muestras del meliponario ubicado en Pepe Rivas en comparación con las muestras de Reina, donde solo se mostró diferencia en el largo de la tibia ( $4,075 \pm 0,028$ ).

De acuerdo con Ruttner (1988), los análisis morfométricos pueden ser utilizados para detectar variación intraespecífica o geográfica en poblaciones de abejas, ya que una característica peculiar en este grupo de insectos es que sus estructuras anatómicas presentan variabilidad en función de la adaptación a las condiciones ambientales locales. Se ha demostrado que los caracteres morfológicos de las abejas poseen una alta heredabilidad, especialmente aquellos caracteres relacionados con el tamaño de los insectos (Ruttner, 1988; Diniz-Filho y Bini, 1994). Esto demuestra que tales caracteres morfológicos poseen un alto componente genético, haciéndolos útiles para evaluar estructuras poblacionales y ser buenos indicadores de los procesos evolutivos que podrían estar actuando sobre las poblaciones de abejas (Crewe et al., 1994; Ftayeh et al., 1994; Meixner et al., 1994; Sheppard et al., 1997; Nunes et al., 2008).

Ayala y colaboradores (1999) han analizado algunas muestras de Guatemala para tratar de clasificarlas, pero las muestras no han sido representativas de todo el territorio guatemalteco. Este autor ha reportado tres posibles especies del género *Melipona* para Guatemala, clasificadas como *M. beecheii*, *M. Solani* y *M. Yucatanica*. Sin embargo, Ayala (1999) en algunos estudios realizados en LENAP, han mostrado la existencia de variación morfológica en cada una de las especies. Esta característica más los escasos trabajos de

colecta e investigación, ha complicado su determinación. Es necesario estudiar toda la variación morfológica que sufren estas especies a lo largo de toda su distribución para establecer los límites entre una y otra.

En términos generales, en el análisis de cada colmena, las poblaciones estudiadas muestran un gran porcentaje de semejanza morfológica, indicio de la existencia de cierto flujo génico entre colmenas cercanas y movimiento de colonias.

Para el análisis de componentes principales (ACP), la medida de adecuación muestral de Kaiser Meyer Olkin fue 0,71 y la prueba de esfericidad de Bartlett fue 443,14 ( $P < 0,01$ ), lo que indica que la matriz de correlación no era una matriz de identidad. Los resultados de las tres primeras pruebas demuestran que los datos eran adecuados para (ACP). Los primeros tres componentes del ACP incluyeron el 72,46% de la varianza en los caracteres morfométricos, y los componentes 1 y 2 solo comprendieron el 60,96%.

**Tabla 3. Autovalores y porcentajes de varianzas explicados por los primeros tres componentes en un Análisis de Componentes Principales (ACP) de poblaciones de *M. beecheii* en un meliponario del municipio de Cienfuegos.**

Componentes	Autovalores	Porcentaje de Varianza	Porcentaje de Acumulado
1	5,101	42,41	42,51
2	2,213	18,14	60,96
3	1,380	11,58	72,46

Relacionado al análisis de componentes principales, los resultados de las muestras evaluadas en el consejo popular de Juanita II, municipio de Cienfuegos, mostraron valores similares a los resultados obtenidos por Martínez-Machado et al., (2022), donde los tres primeros componentes principales resultaron con un 42.51%, 18,44 % y 11.50 % de varianza

respectivamente, reuniendo entre estos dos componentes el 72.45% de la variación total de los caracteres morfométricos.

**Tabla 4. Comparación de los caracteres morfométricos evaluados entre colonias de *Melipona beecheii* de Juanita II, Cuba. media  $\pm$  E.E (Loriga y Quezada-Euán, 2009).**

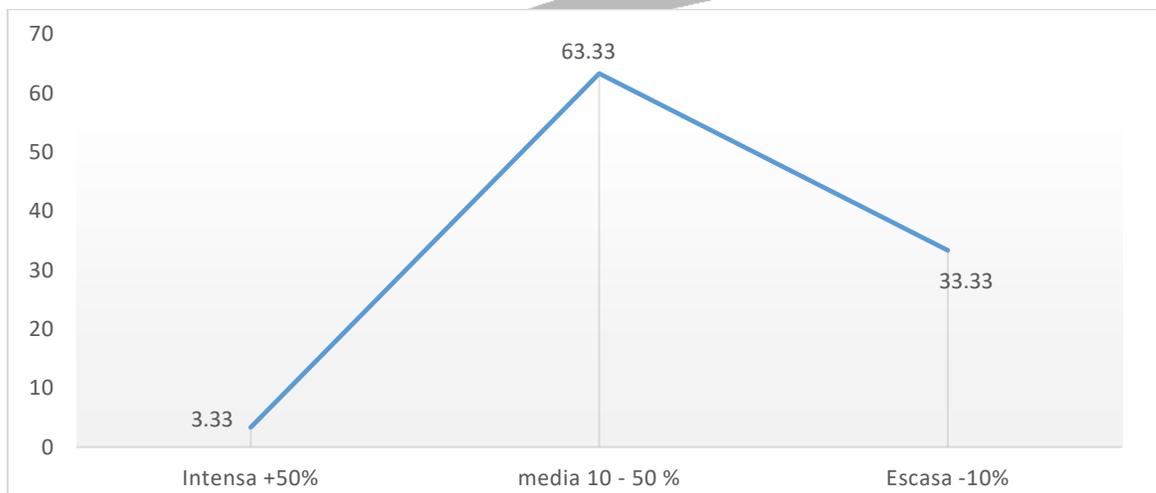
Caracteres	Juanita II	Cienfuegos	Cuba
Componente 1	0,176 $\pm$ 0,897d	0,432 $\pm$ 0,835	-0.0432 $\pm$ 0.037b
Componente 2	-0,678 $\pm$ 0,635e	-0,419 $\pm$ 0,711	0.3554 $\pm$ 0.044a
Componente 3	-0,528 $\pm$ 0,658 f	-0,726 $\pm$ 0,725	

En contraste, los componentes 2 y 3 incluían caracteres correlacionados negativamente con sus respectivos componentes de forma (Wiley, 1981). El largo y el ancho de la cabeza (LC y AC) influyeron mucho en el componente 2, que represento el 22 % de la variación de los datos. El componente 3 se relacionó con el ancho de tres estructuras (ACL, LTI y LFE); este componente explica el 10% de la variación de los datos.

Relacionado al análisis de componentes principales, los resultados de las muestras evaluadas en el consejo popular de Juanita II, municipio de Cienfuegos, mostraron valores similares a los de (Quezada-Euán et al., 2007).

En este mismo sentido Loriga y Quezada-Euán, (2009) en una comparación de caracteres morfométricos de colonias de la especie de abeja sin aguijón en el occidente de Cuba mostraron resultados del ACP similares, los dos primeros componentes principales resultaron con un 57.16 %, 11.40 % de varianza respectivamente, reuniendo entre estos dos componentes el 68.56 % de la variación total de los caracteres morfométricos.

De acuerdo a la coloración cefálica obtuvimos que el 63,33% de las abejas analizadas mostraron un grado de maculación cefálica en la media, rango en el cual las marcas amarillas cubren entre el 10 - 50% del clypeus y del área supraclypeal y se extienden como delgadas líneas en el área malar alrededor de los ojos. El 33 % escasa coloración y solo un 3,33 % intensa (Figura 1).



**Figura 1: Análisis de la coloración cefálica**

Según Martínez-Machado et al, (2022), en el municipio de Cienfuegos el grado de la coloración cefálica, las abejas del meliponario de Reina y del meliponario de Pepe Rivas mostraron una gran similitud en la maculación cefálica amarilla, ya que en ambos casos esta marca cubría medianamente la parte del área malar con delgadas líneas alrededor de los ojos, área periorcular, área supraclípear y clípeo.

Como señala Schwar (1984), Pamilo et al., (1984), Waldschmidt et al., (2000), la primera evidencia de diferenciación entre las poblaciones proviene del color del tegumento. Los caracteres del color del cuerpo se utilizan comúnmente en la taxonomía tradicional de abejas para separar taxones. Schwarz (1932) incluso comentó sobre las diferencias en las formas de color de *M. beecheii* en todo su rango. Sin embargo, la variación de color puede no ser confiable cuando se usa solo para propósitos de clasificación en abejas. Más bien utilizamos la

coloración de la cara como una característica adicional al análisis de morfometría y microsatelites y encontraron diferencias en la extensión de las marcas amarillas en la cara de *Melipona beecheii*.

De acuerdo con lo anterior Loriga y Quezada-Euán (2007) en investigaciones realizadas con abejas de Cuba y la península de Yucatán mostraron un grado de maculación cefálica, intenso y Carrillo et al. (2001) con abejas de Costa Rica en un rango escaso.

Quezada-Euán et al. (2007), afirma que existe gran variabilidad para este rasgo entre poblaciones de *M. beecheii* y plantean que este pudiera ser utilizado para determinar el origen geográfico de la especie. La concordancia existente entre este rasgo y la poca separación morfológica que existe entre las poblaciones de Cuba y Yucatán, son elementos que se vinculan con la hipótesis de que esta especie pudo llegar a Cuba desde la península. Estudios moleculares que apoyen esta hipótesis darían elementos conclusivos.

**Conclusiones:**

La evaluación de 12 caracteres morfométricos para las colmenas estudiadas en consejo popular Juanita II, mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas, excepto para tres caracteres de abejas *Meliponas beecheii*.

El análisis de la coloración cefálica en el 63,33% de las abejas analizadas mostraron que un grado de maculación cefálica en la media, 33 % escasa y solo el 3,3 % intensa.

Los resultados del análisis morfológico y el grado de maculación cefálica sugiere que las poblaciones de *Melipona beecheii* de Cienfuegos son similares a las del occidente de Cuba y estudios realizados en el municipio.



**Recomendaciones:**

Continuar el estudio de los caracteres morfométricos en otros meliponarios del territorio y realizar estudios moleculares que apoyen hipótesis de que esta especie pudo llegar a Cuba desde la península debido a que no existen resultados investigativos en la región central y oriental de Cuba.



## Bibliografía

- Pantoja, A., et al. (2014). Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe. (*Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO*), 1-57  
<https://www.researchgate.net/publication/260266694>
- Abbasi, R., Mashhadikhan, M., Abbasi, M., & Kiabi, B. (2009). Geometric morphometric study of populations of the social wasp, *Polistes dominulus* from Zanjan province, north-west Iran. *Zool*(36), 41-46.
- Aguiar, I. (2009). El Potencial de las Abejas Nativas sin Aguijón (Apidae: Meliponinae) en los sistemas agroforestales. (*Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales*)  
[www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afris/espanol/document/agrof99/aguilari.htm](http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afris/espanol/document/agrof99/aguilari.htm)
- Álvarez, L., Lóriga, W., & Demedio, L. (2012). Caracterización de los meliponicultores y las colonias de la "abeja de la tierra" *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini) en el municipio San José de las Lajas, Mayabeque. *Publicación de la Universidad Agraria de La Habana*, (45), 4-7.
- Armas, G., Solórzano, E., García, M., & Monroy, C. (2011). Diferenciación genética y fenética de *Melipona beecheii*, *Melipona yucatanica* y *Melipona solany* por medio de RAPD SPCR y Morfometría en Guatemala. *Apidae*, (66), 67-89.
- Arnett, A. E., & Gotelli, N. J. (1999). Geographic variation in life history traits of the ant lion, *Myrmeleon immaculatus*: evolutionary implications of Bergmann's rule. *Evolution*,(53), 1180–1188.
- Arzaluz, A., & Obregón, F. &. (2004). Multiplicando colonias de abejas reales.  
[www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/.../folletoCE019.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/.../folletoCE019.pdf)
- Ayala, R. (1999). Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana*, (106), 1-123.
- Ayala, R., González, V., & Engel, M. (2013). Mexican stingless bees (Hymenoptera: Apidae): diversity, distribution and indigenous know ledge. En P. Vit, S. Perdo, & D. Croubik (Edits.).
- Baquerro, L., & Stamatti, L. (2007). Cría y manejo de abejas sin aguijón. *Subtrópico*, (88), 123-145.
- Batalha-Filho, H., Waldschmidt, A., Campos, L., Tavares, M., & Fernandes-Salomão, T. (2010). Phylogeography and historical demography of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Apidae). *incongruence between morphology and mitochon*,(45), 112-135.
- Borges, F., Von, B., & Blochtein, B. (2005). Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, (22), 680-686.
- Brückner, D. (1976). The Influence of Genetic Variability on Wing Symmetry in Honeybees (*Apis mellifera* ). *Evolution*, (1), 100-108.
- Bueno, J., Francoy, T., Imperatriz-Fonseca, V., & Saraiva, A. (2009). Modeling and automated system to identify and classify stingless bees using the wing morphometry: a pattern recognition approach. *European Federation for Organised Information Technology in Agriculture –EFITA*, (22), 203-205.

- Camargo, J., & Moure, J. (1994). Meliponinae Neotropicais: Os genero Paratrigona Schwarz 1938 e Paratrigona Moure, 1951 (Hymenoptera, Apidae). *Pan-Pacific Entomol*,(2), 33-109.
- Camargo, J., Moure, J., & Roubik, D. (1988). Melipona yucatanicanew species(Hymenoptera:Apidae). *Pan-Pacific Entomol*(64), 147-157.
- Cano, P. (2005). La polinización de los cultivos por abejas. *Manual de polinización apícola*, 58.
- Carrillo, A., Quezada-Euán, J., & Moo-Valle, J. (2001). Estudio preliminar sobre la R variabilidad morfológica de Melipona beecheii (Apidae: Meliponini) en su rango de distribución de México, América Central y el Caribe. *Memorias del II Seminario Mexicano sobre Abejas sin Aguijón*, (págs. 73-78). Mérida, Yucatán.
- Carvalho-Zilse, G., Porto, E., Nunes da Silva, C., & Costa-Pinto, M. d. (2007). Atividades de vô de operárias de Meliponaseminigra (Hymenóptera: Apidae) enun sistema agroforestal da amazônia. *Uberlandia*, 23(1), 94-99.
- Chan, J., & Rodríguez, J. (2015). La Meliponicultura entre la Tradición y la Tecnificación. *Universidad de Quintana Roo*,(12), 97-110.
- Contreras, E. U. (2015). CAMBIO GENERACIONAL Y CONOCIMIENTO DE LAS ABEJAS NATIVAS ENTRE LOS MAYAS LACANDONES DE NAHÁ, CHIAPAS. *Universidad Autónoma de Chiapas*,(45), 23-55.
- Corvi, A. (2007). *Actividades de la abeja mielífera*. Obtenido de Cuenca Rural: [www.cuenca rural.com/granja/apicultura/actividades de la abeja mielifera/](http://www.cuenca rural.com/granja/apicultura/actividades de la abeja mielifera/)
- Crewe, R., Hepburn, H., & Moritz, R. (1994). Morphometric analysis of 2 southern African races of honeybee. *Apidologie*,(25), 61-70.
- Cruz, D., Magalhães, B., da Silva, L., Sarmiento, E. M., & Abrahão, I. (2004). Adaptação e comportamento de pastejo da abelha Jandaíra(MeliponasubnitidaDucke) em ambiente protegido. *Animal Sciences*, 26(3), 293-298.
- Daly, H. (1985). Insect Morphometrics. *Entomol*,(30), 415-438.
- Diniz-Filho, J., & Bini, L. (1994). Space - free correlation between morphometric and climatic data: a multivariate analysis of Africanized honey bees ( Apis mellifera L.) in Brazil. *Global Ecology and Biogeography*,(4), 195-202.
- Diniz-Filho, J., & Pignata, M. (1994). Quantitative genetics of multivariate morphometric variation in the neotropical stingless bee Scaptotrigonapostica (Hymenoptera:Meliponini). *Apidae*,22(2), 259-265.
- Diodato, L., & Fuster, A. &. (2008). Valor y veneficio de las abejas nativas (Himenoptera: Apoidae), en los bosques del Chaco Semiáridos, Argentina. *Quebracho. Revista de Ciencias Forestales*,(15), 15-20.
- Dujardin, J. (2000). Introducción a la Morfometría ( Con énfasis en Phlebotominae y Triatominae). *Natura*,(4), 78-89.
- Dujardin, J., Chávez, T., Machane, M., & Solís, S. (1999). Size, shape and genetics. *Sexual dimorphism and environment*,94(s1), 50-67.
- Faversani, S. (2006). *Meliponas: Abejas Nativas. Características generales*. [www.cedit.misiones.gov.ar/dmdocuments/meliponas\\_-\\_caracteristicas\\_generales.pdf](http://www.cedit.misiones.gov.ar/dmdocuments/meliponas_-_caracteristicas_generales.pdf)

- Fonte, L. (2007). *Las "abejas de la tierra" en zona de las provincias occidentales de Cuba: las colmenas, la miel que producen y los "meliponicultores"*. (Trabajo de diploma), Universidad Agraria de La Habana.
- Francisco, F., P., N.-S., Franco, T., Wittmann, D., Imperatriz-Fonseca, V., Arias, M., & R Morgan, E. (2008). Morphometrical, biochemical and molecular tools for assessing biodiversity. An example in *Plebeia remota*. (Apidae, Meliponini). *Insect. Soc.*(55), 231-237.
- Franco, T., Silva, R., Nunes-Silva, P., Menezes, C., & Imperatriz-Fonseca, V. (2009). Gender identification of five genera of stingless bees (Apidae, Meliponini) based on wing morphology. *Genetics and Molecular Research*, 8(1), 207-214.
- García, M., & Linares, C. &. (2015). Utilización de la resina XAD-2 en el análisis de plaguicidas en agua. *Fitosanidad*, 6(1), 3-7.
- Genaro, J. (2006). A history sistematic studies of the bees of Cuba (Insecta: Himenoptera, Anthophila. *Zootaxa*,(1195), 39-60.
- Gerula, D., Tofilski, A., Wegrzynowicz, P., & Skowronek, W. (2009). Computer Assisted Discrimination of Honeybee Subspecies Used for Breeding in Poland. *Journal of Apicultural Science*, 53(2), 105-114.
- González Acereto, J. (2008). *Cría y manejo de abejas nativas sin aguijón en México*. Universidad Autonoma de yucatan.
- Goulson, D. (2002). Can alloethism in workers of the bumblebee, *Bombus terrestris*, be explained in terms of foraging efficiency? *Anim Behav*,(64), 123–130.
- Grajales, J., & otros. (2001). *Característica físicas, químicas y efecto microbiológico de mieles de meliponinos y Apis melífera de la región Sconusco, Chiapa*. En S. m. aguijón (Ed.). Merida.
- Gusmán-Novoa, E., Correa, A., Espinosa, L., & Gusmán, G. (2011). Impacto y control de las abejas mielíferas africanas en México. *Guleph*,(1), 35-67.
- Hartfelder, K., & Engels, W. (1992). Allometric and multivariate analysis of sex and caste polymorphism in the neotropical stingless bee *Scaptotrigona postica*. *natura*(6), 251-266.
- Hebert, P., Penton, E., Burns, J., Janzen, D., & Hallwachs, W. (2004). Ten species in one: R DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *The Proceedings of the National Academy of Sciences Online*(8), 145-155. 101:14812-14817
- Hernández. (2010). Polinizadores. Manual sobre su importancia y conservación. *De campesino a campesino*,(7), 5.
- Herrero, Thornton, P., Madera, S., & Msangi, S. (2010). *Science of the bee*. www.science.com
- Hilario, S., Emperatriz-Fonseca, V., & Kleinert, A. (2001). Responces to climatic factors by foragers of *Plebeiapugnax* Moure (in litt.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biología*, 61(2), 191-196.
- Hilario, S., Emperatriz-Fonseca, V., & Kleinert, A. (2000). *Revista Brasileira de Biología*, 60(2), 299-306.
- Hilario, S., Gimenes, M., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2003). *Apoidea Neotropica*.
- Hilario, S., Riveiro, M. d., & Imperatriz, V. L. (2007). *Biota Neotropica*, 7(3). www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn03907032007

- Hurtado-Burillo, M., Martínez, J., May-Itzá, W. d., & Quezada-Euán, J. y. (2014). Study of microsatellitemarkers in stingless bees *Melipona colimana* and *M. beecheii* from Mesoamérica. *Archivo Zootecnia*, 63(241).
- Kajobe, R., & Echazarreta, C. (2005). Temporal resource partitioning and climatological influences on colony flight and foraging of stingless bees (Apidae;Meliponini). *Apidae*, 45-46.
- Labougle, R., & Zozaya, A. (1986). The Bees. *Ciencia y Desarrollo*,(68), 17.
- Lóriga, W. (2015). *Caracterización de las abejas, colmenas, sistema de manejo y estado de salud de Melipona beecheii Bennett (Apidae, Meliponini) en áreas del occidente de Cuba*. (Tesis de Doctorado). Universidad de La Habana.
- Lóriga, W., Álvarez, D., & Demedio, J. (2015). *Población inmadura y reservas de alimentos en coloninas naturales de Melipona beecheii Bennett (Apidae: Meliponini) como factores básicos para su salud*. Universidad Agraria de La Habana.
- Lóriga, W., Leal, A., Fonte, L., & Demedio, J. (2011). La Meliponicultura. Su historia y estado actual. *Red Veterinaria*, 5.
- Martínez-Machado, J.A., García-Rodríguez, B., & Reyna-Reyes, D. (2022). Comparación morfológica en poblaciones de *melipona beecheii* del municipio de Cienfuegos. *Revista de Ingeniería, Investigación y Desarrollo*,22(2), pp.37-43.
- May-Itza, W., Loriga, W., & De la Rúa, P. (2019). A genetic and morphological survey to trace the origin of *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini) from Cuba. *Apidologie*. 10.1007/s13592-019-00696-7
- Meléndez, V. (2006). Consevación de abejas y polinización de cultivos en Yucatán, México. *Polinización en Plantas Ortícolas*, 236-244.
- Michener, C. (1974). *The Social Behavior of the Bees* . Harvard Univ Press.
- Michener, C. (2007). *The bees of the world*. Press, The Johns Hopkins University.
- Michener, C. (2013). Pot-Honey A legacy of stingless. *Nature Machine Intelligence*,4(11), 3-17.
- Moo-Vall, H., Quezada-Euán, J., & Canto, J. &. (2004). Caste ontogeny and the distribution of reproductive sells on the combs of *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini). *Apidologie*, (35), 587-594.
- Nates-Parra, G. (2005). Abejas silvestres y polinización. Manejo integrado de plagas y polinización: [www.orton.catie.ac.cr/repdoc/A1865e/A1865e.pdf](http://www.orton.catie.ac.cr/repdoc/A1865e/A1865e.pdf)
- Nogueira-Neto, P. (1997). Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. *Bees*, 33-56.
- Nunes, L., de Araújo, E., Lopes de Carvalho, C., & Waldschmidt, A. (2008). Population divergence of *Melipona quadrifasciata anthidioides* ( Hymenoptera: Apidae ) endemic to the semi - arid region of the State of Bahia, Brazil. *Sociobiology*, 52(1), 81-93.
- Palacios, E. P. (2004). Estructura de la comunidad de Abejas sin Aguijón en tres unidades de paisaje del piedemonte llanero colombiano. *Publicación de la Universidad Averiana*, 4-7.
- Parchem, R., Perry, M., & Patel, N. (2007). Patterns on the insect wing. *Current Opinion in Genetics & Development*,(17), 300-308.
- Peña, L. (2015). *Caracterización de las abejas, colmenas, sistemas de manejo y estado de salud de Melipona beecheii Bennett (Apidae: Meliponini)*. Universidad Agraria de la Habana.

- Pierrot, L., & Schlindwein, C. (2003). Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu - *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). *Meliponini*, 201-220.
- Pimentel, O. (2005). *Flora Apícola*. Monografías.com: [www.monografias.com/trabajos40/flora-apicola/flora-apicola2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos40/flora-apicola/flora-apicola2.shtml)
- Portopassi-Laurino, M. (2009). Global meliponiculture: challenges and opportunities. *Apidologie*, 275-292.
- Quezada Euán, J., Paxton, R., May Itzá, W., Tek-Tay, W., & Oldroyd, B. (2007). Morphological and molecular characters reveal differentiation and Neotropical social bees, *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini). *Apidologie*, 247-258.
- Quezada-Eguán, J., May-Itza, W. J., & González-Acereto, J. (2001). Meliponiculture in Mexico: problems and perspective for development. *Bee World*, (82), 160-167.
- Quezada-Euán, J. (2005). Importance of the bees. *Universidad autónoma de Yucatán*, 112.
- Quezada-Euán, J., Paxton, R., Palmer, K., Itzá, W. d., Tay, W., & Oldroyd, B. (2007). Morphological and molecular characters reveal differentiation in a Neotropical social bee, *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini). *Apidologie*, (38), 247-258.
- Quezada-Euán, J., Paxton, R., Palmer, K., May-Itzá, W. d., Tay, W., & Oldroyd, B. (2007). Morphological and molecular characters reveal differentiation in a Neotropical social bee, *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini). *Apidologie*(38), 1-2.
- Rattanawanee, A., Chanchao, C., & Wongsiri, S. (2007). Morphometric and genetic variation of small dwarf honeybees *Apis andreniformis* Smith, 1858 in Thailand. *Insect Science*, (14), 451-460.
- Rinderer, T., Stelzer, J., Oldroyd, B., Bucu, S., & Rubik, W. (1991). Hybridization between European and Africanized honey bees in the neotropical Yucatán peninsula. *Science*, (253), 309-311.
- Rodríguez, M., Santana, W., Freitas, G. S., & Soares, A. (2007). *Uberlândia*, 23(1), 118-124.
- Rohlf, J. (1990). Morphometrics. *Ecol. Syst.*(21), 299-316.
- Rohlf, J., & Marcus, L. (1993). A Revolution in Morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution*, 8(4), 129-132.
- Rosso, J., & Nates-Parra, G. (2005). Meliponicultura: una actividad generadora de ingresos y servicios ambientales. *Universidad Nacional de Colombia*, 21(3).
- Roubik, D. (1989). Ecology and Natural History of Tropical Bees. *University Press*, (4), 56-78.
- Rovira, C. T. (2005). *Características y cría de las Yatei y otras meliponas*. [www.culturaapicola.com.ar/apuntes/meliponas/meliponas\\_yatei\\_tetragonisca\\_angustula.pdf](http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/meliponas/meliponas_yatei_tetragonisca_angustula.pdf)
- Ruttner, F. (1988). Biogeography and taxonomy of Honey bees. *Springer-Verlag*, (5), 33-56.
- Sheffield, C., Frier, S., & Dumesh, S. (2014). The Bees (Himenoptera: Apoidea, Apiformes) of the Prairies Ecozone, with *Comparisons to the Grasslands of Canada*. 4, 427-467.
- Sheppard, W., Arias, M., Grech, A., & Meixner, M. (1997). *Apis mellifera ruttneri*, a new honey bee subspecies from Malta. *Apidologie*, (28), 287-293.
- Silveira, F., Melo, G., & Almeida, E. (2002). Abelhas brasileiras: sistematização e identificação. *Apidae*, 253.

- Slaa, E. J. (2000). A scientific note on the use of stingless bees for commercial pollination in enclosures. *Apidologie*,(31), 141-142.
- Sommeijer, M., & Jong, H. (2004). Transferencia de colonias y control de pestes en *Melipona beecheii*. *Apitec*,(42), 13-15.
- Souza, B., Carvalho, C., & Alves, R. (2006). Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). *Brazilian Journal Biological*,(66), 731-737.
- Stillwell, R., Morse, G., & Fox, C. (2007). Geographic variation in body size and sexual size dimorphism of a seed-feeding beetle. *Natura*,(170), 358-69.
- Tan, K., Qu, Y., Wang, Z., Liu, Z., & Engel, M. (2016). Haplotype diversity and genetic similarity among populations of the eastern honey bee from Himalaya Southwest China and Nepal (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*,(47), 197-205.
- Teixeira, V. L., & Melo, F. D. (2005). Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Brasileira Zoociencias*, 7(2), 195-202.
- Tilde, A., Fuchs, S., Koeniger, N., & Cervancia, C. (2000). Morphometric diversity of *Apis cerana* Fabr. within the Philippines. *Apidologie*, (31), 249-263.
- Van Veen, J., & Sommeijer, M. &. (1999). *Insectes sociaux*, 4(64), 361-365.
- Vázquez, M., Almeida, H., Navarro, J., Yanes, N., & Febles, H. &. (2011). En E. C. Horquiza (Ed.), *Tecnología de crianza de abejas de la tierra (Melipona beecheii Bennett, 1831)*. Cienfuegos, Cuba.
- Wiley, E. (1981). Phylogenetics. *Apidae*, 64-89.
- Williams, N., Minckley, R., & Silveira, F. (2001). *Ecology*. [www.consecol.org/vol5/iss1/art7](http://www.consecol.org/vol5/iss1/art7)
- Winfrey, R., & Bartomeus, I. a. (2011). *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, (42), 1-22.