



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS "CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ"

CENTRO UNIVERSITARIO MUNICIPAL LAJAS

CARRERA AGRONOMÍA

Tesis para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo

Título: Caracterización de parámetros físico-químico y organoléptico de las mieles de colmenas de abejas *Meliponas Beecheii* Bennetten en el municipio Santa Isabel de las Lajas

Autor: Beatriz Pérez Rodríguez

Tutor: MSc. José Andrés Martínez Machado

Ing. Brandon García Rodríguez

Lajas, 2022

“Si la abeja desapareciera de la superficie del globo, al hombre sólo le quedarían cuatro años de vida: sin abejas, no hay polinización, ni hierba, ni animales, ni hombres.”

Albert Einstein

Resumen

En este trabajo se evaluaron muestras de mieles de *Melipona beecheii* de dos ecosistemas pertenecientes al municipio de Lajas perteneciente a la provincia de Cienfuegos, Cuba; en el periodo de abril a mayo de 2022. Mediante un diseño completamente aleatorizado se tomaron muestras de miel (250 ml), de 6 colmenas ubicadas en ecosistemas urbanos de la localidad. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de microbiología de la facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad de Cienfuegos para la realización del análisis físico-químico y sensorial. En todos los ecosistemas existió crianza de traspatio, y en algunos casos aguas residuales dentro del rango de vuelo de las abejas. Las mieles analizadas cumplieron con las exigencias internacionales, que se emplearon para la comparación de los resultados durante la investigación. En este sentido las muestras de miel de abejas *Melipona beecheii* no presentaron diferencias estadísticamente significativa, presentando un 26,14 % de humedad, 71,91 % de azúcar, densidad de 39,68, una coloración de amarillo turbio a incolora y un sabor ácido.

Palabras clave: *abeja sin aguijón, productos, calidad, análisis*

ABSTRACT

In this work, samples of *Melipona beecheii* honey from two ecosystems belonging to the municipality of Lajas belonging to the province of Cienfuegos, Cuba were evaluated; in the period from April to May 2022. Using a completely randomized design, honey samples (250 ml) were taken from 6 hives located in urban ecosystems of the town. The samples were sent to the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agrarian Sciences, of the University of Cienfuegos for physical-chemical and sensory analysis. In all the ecosystems there was backyard farming, and in some cases wastewater within the flight range of the bees. The analyzed honeys complied with the international requirements, which were used for the comparison of the results during the investigation. In this sense, the samples of honey from *Melipona beecheii* bees did not present statistically significant differences, presenting 26.14% humidity, 71.91% sugar, a density of 39.68, a color from cloudy yellow to colorless and an acid flavor. .

Keywords: stingless bee, products, quality, analysis

DEDICATORIA

En primer lugar dedico esta investigación a mi familia por todo el esfuerzo de conjunto que tuvieron que hacer a lo largo de toda la realización de esta tesis. En especial a mi mamá Yasnay Rodriguez Galindo por ser el principal pilar en el cuidado de mis hijas durante este período para que yo pudiese realizar mis estudios. Siempre en ellos encontré el apoyo y la comprensión necesaria. A mi esposo Yasmany Hernández Fabá, quién se mantuvo a mi lado con la mayor paciencia del mundo para ayudarme y darme ánimos.

A mi hermana Yanisley Pérez Rodriguez quien me enseñó a no rendirme y siempre seguir adelante.

A mis tutores el MSc. José Andrés Martínez Machado y Ing. Brandon García Rodríguez quienes supieron guiar muy bien todos mis pasos en la investigación, adentrándome en el interesante mundo de la Investigación y la importancia del trabajo en el Laboratorio, maestros de excepcional experiencia del cual aprendí valiosas lecciones que me servirán en el futuro y que nunca tuvieron reparo por abrumados que estuviesen de trabajo en prestarme su atención cada vez que necesitaba su ayuda.

A la coordinadora de la carrera Idalia Irene Terry Coogle y a su colectivo de profesores quienes siempre me ha apoyado desde la tesis de grado suministrándome información e ideas necesarias para elaborar este documento.

En general a todas las personas que de una forma u otras colaboraron con el desarrollo de la investigación.

INDICE

Introducción	1
Capítulo I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
<i>Generalidades de la especie de abeja sin agujón</i>	5
Distribución geográfica.	6
Hábitat.	7
Materiales de construcción de los nidos.	7
Estructura de los nidos.	8
<i>Polinización.</i>	11
<i>Abejas sin agujón y su eficiencia como agentes polinizadores.</i>	14
<i>Actividad externa de las Abejas sin Agujón y polinización.</i>	24
Capítulo II. MATERIALES Y MÉTODOS	26
<i>Localización de la investigación:</i>	26
2.1. <i>Diagnóstico de las condiciones higiénico-sanitarias de los ecosistemas en estudio.</i>	26
2.2. <i>Evaluación de los parámetros físico-químicos y organolépticos entre colmenas establecidas en ecosistemas urbanos.</i>	27
Características Organolépticas	27
- Índice de Refracción	28
2.3. <i>Comparación de parámetros de calidad para la miel procedente de ambos ecosistemas para su comercialización en el territorio</i>	29

Capítulo III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
○ <i>Diagnóstico de las condiciones higiénico-sanitarias de los ecosistemas en estudio.</i>	30
○ <i>Evaluación de los parámetros físico-químicos y organolépticos de la miel entre colmenas establecidas en ecosistemas del municipio Santa Isabel de las Lajas.</i>	31
Conclusiones	41
Recomendaciones	42
Bibliografía	43

Introducción

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.

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 (Baquero y Stamatti, 2007). 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, 1997).

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 bio-geográficas 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).

Las abejas de la especie *Melipona beecheii* se consideran muy importantes para la conservación de los bosques tropicales, ya que son eficientes agentes polinizadores de muchas especies de plantas (Castillo y Rugama, 2010). 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 (Herrero, 2010).

Según Lóriga (2015) la *Melipona beecheii* pertenece al grupo de las “abejas sin aguijón” y es conocida en Cuba como “abeja de la tierra”. Constituye, junto a *Apis mellifera* 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.

Vázquez de la Nuez subrayó que se desaprovecha el potencial de esos insectos, cuya melaza es cicatrizante y antiparasitaria, y desde el punto de vista medicinal tradicional podría utilizarse en mayor escala para el tratamiento de enfermedades respiratorias agudas, dermatológicas, gastritis y úlceras, entre otras. La meliponicultura, acompañada de la apicultura, pudiera ser en Cienfuegos, Cuba un renglón nada despreciable por sus múltiples beneficios para el ser humano y el medio ambiente (GÓMEZ AMARÓ, Y.(2022)

Las abejas son vectores de polen de muchas plantas con flores, silvestres o cultivadas, por lo que juegan un papel determinante en la polinización y en la regeneración e integridad de los ecosistemas, lo que las convierte en un grupo clave para el funcionamiento de los ecosistemas tropicales (Prost y Le Conte, 2006). Ante la limitación para el uso de la capacidad polinizadora de *Apis mellifera*, las abejas silvestres se convierten en polinizadores alternativos (Kajobe y Echazarreta, 2005).

Una de las más destacadas funciones de la flora es brindar alimento al hombre y a los animales; dentro de ella se encuentra la flora melífera, esta además de alimentar las abejas, sirve de materia prima para la producción de valiosísimos productos industriales y alimenticios. (Fonte, Demedio, Blanco, 2007).

En el valle de San Andrés, zona excesivamente antropizada, las especies faunísticas han sufrido un declive acelerado relacionado con la explotación de los bosques de su macizo forestal (Suárez, 2001), a este descenso no ha escapado la población de la abeja de la tierra, ya que se destruyen los nidos para obtener su miel, muy utilizada como alimento y algunos fines medicinales (González, 2005; Sánchez 2007).

Según el Instituto Nacional de Ciencias Apícolas de Costa Rica (CINAT). (2011) la miel de abeja se ha considerado un producto curativo por excelencia. El componente

nutritivo de la miel es puro en carbohidratos y su propiedad más importante son los azúcares simples, los cuales no necesitan ser digeridos ya que son asimilados directamente por el organismo, convirtiéndola en una fuente rápida de energía haciéndola un alimento precioso para los enfermos, niños y deportistas.

Según Regard (2005) los azúcares que entran en su composición el 80 % aproximadamente contienen proteínas y minerales, vitamina B2, hierro, calcio y agua en un 17 %.

En los últimos 10 años, a raíz de prácticas agrícolas sostenibles para las poblaciones ubicadas en áreas de protección ambiental la crianza de estas abejas ha crecido, conquistando el interés de investigadores, productores y organizaciones de apoyo a la agricultura familiar (Cristino et al., 2007).

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, 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, requiere conocer la biología, hábitos de vida, conducta y formas de interrelación del animal con su entorno (Winfrey, Bartomeus y Cariveau, 2011).

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 melipóninos así como de su comportamiento en condiciones naturales y las características de la miel (Cortopassi_Laurino, 2009).

Problema Científico

¿Cómo varían los parámetros físico-químicos y organolépticos de las mieles entre colmenas de abejas *Melipona beecheii* establecidas en ecosistemas agrícolas y urbanos del municipio Lajas?

Hipótesis

El conocimiento de los parámetros físico-químicos y organolépticos de la miel de colmenas (*Melipona beecheii*) establecidas en ecosistemas urbanos permitirá contribuir

al establecimiento de patrones para la confección de la norma de calidad de los productos meliponícolas.

Objetivo general

- ✓ Caracterizar los parámetros físico-químico y organoléptico de la miel entre colmenas de abejas *Melipona beecheii* en el municipio de Lajas.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar las condiciones higiénico-sanitarias de los ecosistemas en estudio.
2. Evaluar parámetros físico-químicos y organolépticos de la miel entre colmenas establecidas en dos agro-ecosistemas
3. Comparar los resultados físico-químicos y organolépticos de la miel de *Meliponabeecheii* con los parámetros legales establecidos.

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 & 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

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 (2013) 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, 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 jobones o cajas especialmente diseñadas para ello Contreras, E. U. (2015).

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, *Meliponavariegatipes* en las islas de Monserrate, Guadalupe y Dominica y *Meliponabeecheii* Bennetten 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 (*Cordia gerascanthus*, L.), Icaco (*Chrysobalanus icaco*, L.), Júcaro (*Bucida buceras*, L.), Palma cana (*Sabal palmetto*, Lodd.), Palma real (*Roystonea regia*, O.F. Cook.) y Yaití (*Gymnanthes lucida*, Sw.).

Con frecuencia construyen sus nidos en el Búfano (*Fraxinus cubensis*, Griseb.), 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 losnidos.

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 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 accidental 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 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: $2n$ ($1n = \text{masculino} + 1n = \text{femenino}$), (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 forraje o 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 anteras 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).

Detalla Hernández (2010) que 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) estiman 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 *Apis mellifera*.

Meléndez (2006) ha demostrado que *Apis melliferae* menos eficientes 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 melliferae* 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 agujonean), 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 & Nates-Parra (2005) otras ventajas como la falta de un agujón 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 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., 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 (Arzaluz & Obregón, 2004).

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.

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 & 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 & 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), indican 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 meq/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 la Organización Mundial de la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2014).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, 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.

Origen y formación de la miel

Néctar

El néctar es la fuente principal de la que se origina la miel. Es segregado por órganos especializados de la planta, llamados nectarios, situados generalmente en la base de la corola (nectarios florales) pero en algunos casos colocados en diversas partes (nectarios extraflorales). Consiste en una solución de agua y azúcares, con pequeñas

cantidades de otras sustancias (aminoácidos, minerales, vitaminas, ácidos orgánicos, enzimas, aceites esenciales, etc.) (Díaz, 2004).

Mielatos

Los insectos chupadores y picadores, sobre todo los pulgones (género Aphis), cóccidos (cochinillas) y psilas, atacan los haces liberoleñosos (floema y xilema) de la planta, sobre todo de las hojas y de los brotes jóvenes, el exudado de sus vientres va dejando una capa dulce sobre las hojas y ramas, que a veces cae en forma de lluvia hasta el suelo, mojando el vegetal y todo lo que le rodea (Llorente, 2004). El mielato (la otra materia prima de la miel) es una secreción azucarada emitida por las partes vivas de la planta y por un gran número de especies de homópteros que viven parásitos sobre varias plantas y succionan de ellas la savia elaborada. Estos líquidos azucarados son recogidos por las abejas como si fuese néctar, sufren los mismos procesos enzimáticos y son tratados igualmente (Díaz, 2004).

Características Físicas de la miel

Color

Los colores de la miel pueden variar desde casi transparente hasta miel casi negra lo cual es debido a pequeñas cantidades de pigmentos (carotenoides, clorofila y xantofila) que establecen la diferencia entre una miel clara y otra oscura (Suescún y Vit, 2008).

El color oscuro no significa que la miel sea de calidad inferior, por el contrario, se sabe que cuanto más oscura es la miel más rica es en fosfato de calcio y en hierro y, en consecuencia, es la más indicada para satisfacer las necesidades de los organismos en crecimiento, de los individuos anémicos y de los intelectuales sometidos a esfuerzos mentales. La miel de color claro es más rica en vitaminas A. Las mieles oscuras son más ricas en vitaminas B1 y C (Zandalema, 2008).

Aroma

Este debe ser característico del origen floral del cual provenga la miel, libre de aromas extraños (Zandalema, 2008). Vit (2008) menciona que las mieles de Melipona suelen

tener un olor más floral que las mieles de *A. melífera*, como si modificaran menos el néctar.

Sabor

El sabor es una característica muy importante de la miel; sin embargo, es la más difícil de describir. Actualmente, es imposible describir el sabor de la miel, pero se espera que pronto se desarrolle instrumentación que lo pueda llevar a cabo. El sabor de las mieles de color claro es más fino que el de las mieles de color oscuro, que lo tienen más intenso (Zandalema, 2008; Suescún y Vit, 2008). Grajales-Conesa et al. (2011) indica que especies de Meliponas como *M. quadrifasciata*, son atraídas por los aromas florales de una amplia variedad de plantas como el caso de los cítricos, lo que indicaría el sabor característico de la miel de esta especie.

Efectos adversos de la miel

Contaminantes y compuestos tóxicos A pesar de las incontables propiedades curativas y/o nutritivas de la miel como producto natural característico de muchos hogares, tanto de hoy como de décadas pasadas, puede llegar a contener propiedades toxicológicas, que pueden ocasionar serios trastornos corporales así como problemas gastrointestinales, cardíacos, respiratorios o neurológicos (Becerra, 2008).

El estudio sobre mieles tóxicas ha sido abordado y estudiado por pocos especialistas. A pesar de esto, se conocen algunos casos históricos reportados antes de la era cristiana.

Las familias botánicas relacionadas a las visitas florales y la consiguiente producción de miel tóxica ya sea permanentemente o en determinadas épocas del año son Bignoniaceae, Ericaceae y Solanaceae, de las tres podemos encontrar a *Rhododendron ponticum* L., *R. luteum* Sweet, *R. albiflorum* Hook, *R. macrophyllum*, *Azalea* sp., *Kalmia angustifolia* L. o *Ledum palustre* de la familia Ericaceae las cuales se han reportado como las más tóxicas en países de Europa, Brasil, Sudáfrica o Nepal principalmente, seguidas de especies botánicas de algunas solanáceas como *Datura stramonium* L., *D. metel* L. o *Hyoscyamus niger* L (Klaassen y Watkins, 2001).

En países tropicales como Venezuela se ha registrado intoxicaciones y muertes por el consumo de miel de abejas recién cosechada, sin embargo, esta información no ha sido

recopilada sistemáticamente. Asimismo, en el trabajo reportado por Vit y Barrera (2002), mencionan que dos pacientes presentaron cefalea, mareo, oliguria, taquicardia y vómito, pero sólo uno tuvo convulsión, midriasis y pérdida del conocimiento por el consumo de este alimento.

Composición química con potencial antioxidante en la miel

Proteínas

Algunos estudios basados en análisis de la composición u origen de las proteínas en la miel mencionan que, al menos diecinueve bandas de proteínas se han detectado por tinción de plata SDS-PAGE en mieles de plantas de origen diferente (Marshall y Williams, 1987). La miel contiene proteínas en mínimas cantidades y diversas enzimas que son componentes importantes tales como α -glucosidasa, β -glucosidasa, amilasa y glucosa oxidasa. En este sentido, Baroni et al., (2002) reportaron que las proteínas del polen de diferentes plantas podrían ser distinguidas por SDS-PAGE y que las mismas podrían ser utilizadas como marcadores químicos para la clasificación floral de la miel. Estudios anteriores como el realizado por Vattuone et al. (2007) reporta que el contenido de prolina oscila entre 371-394 y 296-307 mg/kg de miel para *Tetragonisca angustula*, una especie de abeja sin agujón de la tribu Meliponi, esto puede indicar que la cantidad de este aminoácido puede estar presente en cantidades similares en la miel de *Melipona beecheii* y su correlación con su potencial actividad antioxidante.

Flavonoides

Los flavonoides son compuestos fenólicos de bajo peso molecular, responsables del aroma y del potencial antioxidante de la miel. Fernández et al., (2018), menciona que el contenido total de flavonoides en muestras de miel oscila entre 11.46-116.67 mg catechin/kg.

El conocimiento de los flavonoides y el contenido de los compuestos fenólicos en mieles de diversos climas, podría no solo ser un marcador de origen floral sino también un indicador potencial de su capacidad biológica. Se han analizado en diversos estudios, la composición y naturaleza de los flavonoides presentes en muestras de miel

de diversas áreas geográficas (Europa, Norteamérica, Regiones ecuatoriales, Sudamérica, China y Australia (Tomás et al., 2001).

Dichos estudios mostraron los perfiles de flavonoides de muestras de miel de Argentina y Chile y en ellos se observó que derivados de flavonoides de polen-néctar son los componentes principales, y que flavonoides de propóleos, también estaban presentes.

Los flavonoides son una serie considerable de pigmentos fenólicos de la planta y su contenido en el vegetal, alcanza normalmente niveles de 0.5% en polen, 10% en propóleos y casi 6000 $\mu\text{g kg}^{-1}$ en miel (Montenegro et al., 2003).

Los flavonoides identificados en la miel y propóleos son normalmente grupos de flavanonas y flavononas/flavonoles (Muñoz y Copaja, 2007). Cientos de sustancias bioactivas han sido ya encontradas en mieles de especies de *Melipona* en diferentes países (Silva et al., 2013). Entre los compuestos con actividad biológica que están presentes en las mieles y que juegan un papel importante por su actividad antioxidante, tales como ácidos fenólicos, flavonoides y las enzimas glucosa oxidasa y catalasa han recibido especial atención, debido a su rol en la prevención de enfermedades asociadas al estrés oxidativo (Aljadi & Kamaruddin, 2004).

De acuerdo a Tomas-Barberan et al. (2001), las muestras de miel analizadas de Chile y Argentina muestran perfiles de flavonoides presentes en el polen-néctar como compuestos fenólicos mayoritarios.

Por su parte, en los resultados de Muñoz y Copaja (2007) se documenta que los principales flavonoides detectados en mieles chilenas en general, fueron, quercetina, kaempferol, pinocembrina, pinobanksina, crisina, galangina y otras dos flavanonas no identificadas, de las cuales las dos primeras fueron encontradas en el estudio de Matamoros et al. (2013) en donde se evidencia que la miel de *M. beecheii* contiene estos compuestos orgánicos junto con la Naringenina y Leutolina, que son importantes ya que inducen el sistema antioxidante celular y contribuye así a la prevención de enfermedades.

En este contexto, Vattuone et al. (2007) indica que el contenido de flavonoides encontrados en especies de abejas sin aguijón como el caso de *T. angustula* podría

tener un efecto farmacológico importante, por lo que se esperaría que el contenido de estos compuestos bioactivos en miel de *M. beecheii* sea considerado como potencial alimento nutracéutico.

Recientemente, se ha reportado el primer taxifolin en miel producida por abejas sin aguijón específicamente de la *Melipona (Michmelia) seminigra*, un compuesto fenólico con fuerte actividad antioxidante y diversas actividades biológicas (Almeida da Silva et al., 2013).

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 (Aguiar, 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, et al. (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.

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 Lóriga, W.(2015), 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.

Capítulo II. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación:

El estudio se realizó en dos Meliponarios (Centro de reproducción de abejas *Melipona beecheii*), pertenecientes al consejo popular Lajas Sur en el municipio de Santa Isabel de las Lajas, provincia de Cienfuegos. Las primeras colectas de mieles se realizaron en 3 colmenas pertenecientes al meliponario del meliponicultor Guillermo Hernández ubicado en el barrio Pueblo Nuevo. El resto de las muestras se tomó del Meliponario del meliponicultor Félix Martínez ubicado en la Carretera Lajas-Cruces. La toma de muestras para los dos agro-ecosistemas se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre los meses de abril a mayo de 2022.

Tabla 1. Información sobre el lugar de la colecta, número de torales de miel colectada (N) y cantidad de colmenas (CC)

Municipio	Lugar	N	CC	Coordenadas geográficas
Lajas	Pueblo nuevo	27	3	Lat. 22.416 Long. -80.290
	Carretera Lajas-Cruces	27	3	Lat. 22.407 Long. -80.288

2.1. Diagnóstico de las condiciones higiénico-sanitarias de los ecosistemas en estudio.

En este capítulo se analizaron los ecosistemas en estudio, para el análisis se tuvo en cuenta: las condiciones higiénico-sanitarias, una comprobación de los parámetros físico-químicos entre colmenas y los parámetros de calidad para la miel procedente de las 6 colmenas estudiadas para los dos agro-ecosistemas provenientes del consejo popular Lajas Sur en el municipio de Santa Isabel de las Lajas, provincia de Cienfuegos.

Para diagnosticar el área se determinaron las fuentes de abasto de agua, las fuentes de aguas superficiales, la presencia de fosas y lagunas de oxidación y las crianzas de otras especies de animales. Todo incluido dentro del rango de vuelo efectivo de las abejas (750 m²) (Vázquez *et al.* 2011). En este sentido se entrevistaron los trabajadores de la campaña de lucha anti vectorial de la localidad y se empleó la observación en los ecosistemas.

2.2. Evaluación de los parámetros físico-químicos y organolépticos entre colmenas establecidas en ecosistemas urbanos.

El estudio fue de tipo descriptivo con un diseño completamente aleatorizado, para cada ecosistema se tomaron de tres colmenas, nueve muestras de miel (2 ml), todas ellas de cajas del tipo (Nogueira Neto, 1997). Para la toma de muestras se destaparon las colmenas separando la cría de los anillos, los cuales, después de limpiar con un pincel los restos de batumen, se desopercularon los torales de miel y se procedió a las tomas de muestras con pipetas estériles. Para el análisis de las muestras se utilizó el refractómetro manual Yieryi mano Brix. Posteriormente la miel se envasó en pomos de cristal estériles para el envío al Laboratorio de microbiología de la facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad de Cienfuegos.

Se determinaron las siguientes variables estudiadas por (Fonte, 2007) y (Alarcón & Ibañes 2008):

Características Organolépticas

Color: En un área completamente blanca, sin interferencia de ningún color, aplicar una porción de muestra de miel en un vidrio reloj y observar haciendo rotaciones de modo de visualizar completamente el color.

El color va de casi incolora, pasando por varias tonalidades del amarillo y del ámbar, hasta el ámbar muy oscuro, pero siendo uniforme en todo el volumen del envase que la contenga.

Sabor: Recuerda a las plantas de que procede.

Se coloca una porción de miel sobre la lengua y se determina su sabor.

El sabor es característico de las mieles mono florales recuerda a las plantas de que procede.

Olor: Característico a las plantas que lo proceden.

Una porción de miel colocarla en un vaso de precipitado y luego colocarlo por debajo de la nariz para determinar el olor. El olor es característico de las mieles mono florales recuerda a las plantas de que procede.

Consistencia: Fluida, viscosa, o cristalizado total o parcialmente.

Colocar una porción de miel en un vidrio reloj, y hacer pequeñas rotaciones de modo de observar, su fluidez o si hay cristalización. La consistencia va de fluida, viscosa o cristalizada total o parcialmente.

- Índice de Refracción

Humedad:

Es un parámetro definitivo de la calidad de la miel ya que condiciona la cristalización e indirectamente la fermentación. La Determinación de la humedad se basa en el método refractométrico de Yieryi, así, por medio del índice de refracción tomado a una temperatura de 20 °C se determina el contenido de humedad de las sustancias.

Determinar el índice de refracción de la muestra. Utilizando un refractómetro a temperatura constante 20 °C.

Para los valores de pH y conductividad eléctrica se utilizó el peachímetro modelo PHSJ-3F

Los resultados fueron procesados en el programa StadiStix para análisis descriptivo y en el paquete estadístico SPSS versión 15 para Windows con el objetivo de hallar normalidad en la población de datos mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov; en función de lo cual se efectuó la prueba U de Mann-Whitney (Siegel y Castellan, 2001) o un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias entre colmenas de ambos ecosistemas.

2.3. Comparación de parámetros de calidad para la miel procedente de ambos ecosistemas para su comercialización en el territorio

Una vez caracterizada la miel se compararán los resultados con los obtenidos en otras partes del país y reportados en la literatura nacional e internacional. De encontrarse estos valores dentro del rango establecido como óptimos para su consumo se establecerán como patrones de calidad para la miel a comercializar en este territorio.

Capítulo III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- *Diagnóstico de las condiciones higiénico-sanitarias de los ecosistemas en estudio.*

Diagnosticar las condiciones higiénico-sanitarias de los ecosistemas en estudio.

El estudio de los ecosistemas se realizó en el mes de abril del 2022, período de medianas precipitaciones en el área. Una primera forma de contaminación de la miel puede ser con microorganismos provenientes del polen, del tracto digestivo de las abejas, del néctar o del medio ambiente (Coll et al., 2008). Por lo que la caracterización de las condiciones higiénico-sanitarias de los ecosistemas fue importante en esta investigación.

Las primeras muestras correspondieron a un meliponario particular ubicado cerca de la estación de trenes del municipio Lajas (ecosistema urbano). Es común en estos lugares la crianza de traspatio con los residuales que habitualmente este sistema genera, no obstante no predominan fosas destapadas. En este sentido, Fernández et al., (2018) plantean que la presencia de otros insectos y permanencia de animales domésticos pueden ser fuentes de contaminación microbiológica y cambios de los parámetros físicos, químicos

El segundo meliponario muestreado estuvo ubicado en la salida del municipio de Lajas (ecosistema urbano). El cual está ubicado cerca de un corral de cerdos cuyos residuales se vierten en una laguna de oxidación.

En cuanto a estos aspectos, Coll et al. (2008) plantea que la presencia de otros insectos y permanencia de animales domésticos pueden ser fuentes de contaminación microbiológica de la miel, existiendo diferentes géneros de microorganismos pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* y algunos otros patógenos de las abejas que pueden cambiar las características fisicoquímicas de la miel.

Sin embargo Prost y Le Conte (2006) plantean que aunque la miel cuente con propiedades antibacterianas o bactericidas, es necesario que las prácticas de higiene estén presentes en todo su procesamiento desde la extracción hasta el embalaje para así garantizar la inocuidad y no comprometer la salud de los consumidores.

En cuanto al análisis de las muestras, los materiales utilizados fueron correctamente desinfectados y se cumplieron las medidas higiénicas en el momento de la extracción de la miel, las cuales proporcionaron resultados satisfactorios de los parámetros estudiados (figura 1 y 2). En este sentido Coll et al. (2008) plantean que una forma de contaminación de la miel puede ser a partir de prácticas antihigiénicas durante la manipulación de la misma. En este caso las fuentes de esta contaminación residen en la manipulación incorrecta de la miel, el uso de material incorrectamente desinfectado, locales inapropiados, incidencia del viento.

- *Evaluación de los parámetros físico-químicos y organolépticos de la miel entre colmenas establecidas en ecosistemas del municipio Santa Isabel de las Lajas.*

Según la Norma Cubana de Calidad de la Miel del 2002 (NC, 2002), define como “miel de abeja” solo la producida por las abejas *Apis mellifera*, por una parte, sería incorrecto establecer comparaciones rígidas de valores de los índices de calidad. De otro lado, es una referencia hasta tanto exista la norma correspondiente; permite, al menos, ofrecer una valoración a partir de un producto muy estudiado y de amplio consumo (Fonte et al. 2007).

Todos los promedios de las muestras de miel para la especie *Melipona beecheii* Bennett sobrepasaron el mínimo establecido por la Norma Salvadoreña NSO 67.19.01:04 “Miel de abeja, Especificaciones” para la determinación de Azúcares reductores, es así como los valores encontrados en los meliponarios estudiados en el municipio de Laja, muy similares entre ellos mostrándose un valor mayor para el meliponario de Félix con 71,92 % (Figura 1).

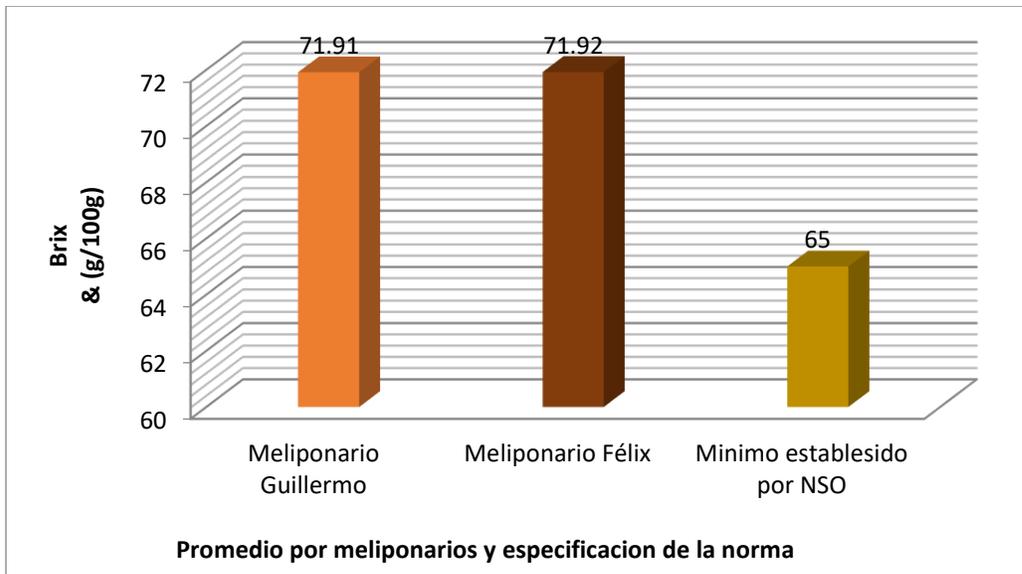


Figura 1: Promedios de la Determinación de Azúcares Reductores %(g/100g) de las muestras de miel de *Melipona beecheii* en comparación a las especificaciones de la Norma Salvadoreña NSO 67.19.01:04 "Miel de abeja, Especificaciones".

Fuente: Elaboración Propia

Los azúcares representan del 95% al 99% de la materia seca de la miel (80-82% del total), los cuales están relacionados con el origen botánico de ésta (Robles y Salvachúa, 1999). Los dos monosacáridos glucosa y fructosa constituyen el 85-90 % de los azúcares totales; en la mayor parte de las mieles, la fructosa predomina sobre la glucosa. El contenido de la sacarosa es generalmente inferior al 3%. La miel de las abejas sin aguijón es menos concentrada, conteniendo alrededor del 69% de azúcares (Roubik ,1989).

Los valores obtenidos, en este estudio, para azúcares reductores (71,9 %) indican que hay diferencia significativa entre las mieles de *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii* (69.58%, 54.83% y 63.57%, respectivamente) estudiadas en Honduras por (Mendieta 2002).

En este sentido también existió coincidencia con los resultados de Fonte (2007) para las mieles matanceras, Grajales et al. (2001), en México, y los de Díaz Mena et al. (2007), en Cuba. De todo ello se deduce que fue una miel cosechada con el grado de madurez adecuado para que no se produjera fermentación durante su

almacenamiento (en recipientes cerrados y en lugares de baja humedad ambiental). Por otra parte, la acidez libre denota que la muestra al momento de su análisis no había sufrido degradación alguna por procesos fermentativos por lo que se puede considerar como una miel fresca, requisito clave para cualquier alimento destinado al consumo humano.

Según Mendieta (2002) la humedad es una de las características más importantes porque influye en el peso específico, en la viscosidad, en el sabor y condiciona por ello la conservación, la palatabilidad y la solubilidad de la miel.

Los valores de humedad obtenidos muestran que no hay diferencia significativa entre la miel de Santa Isabel de las Lajas en la provincia de Cienfuegos y la miel de *Apis mellifera* y las mieles de las abejas sin aguijón *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii* (19%, 26.08 % y 25.43%, respectivamente) estudiadas en Honduras por (Mendieta 2002).

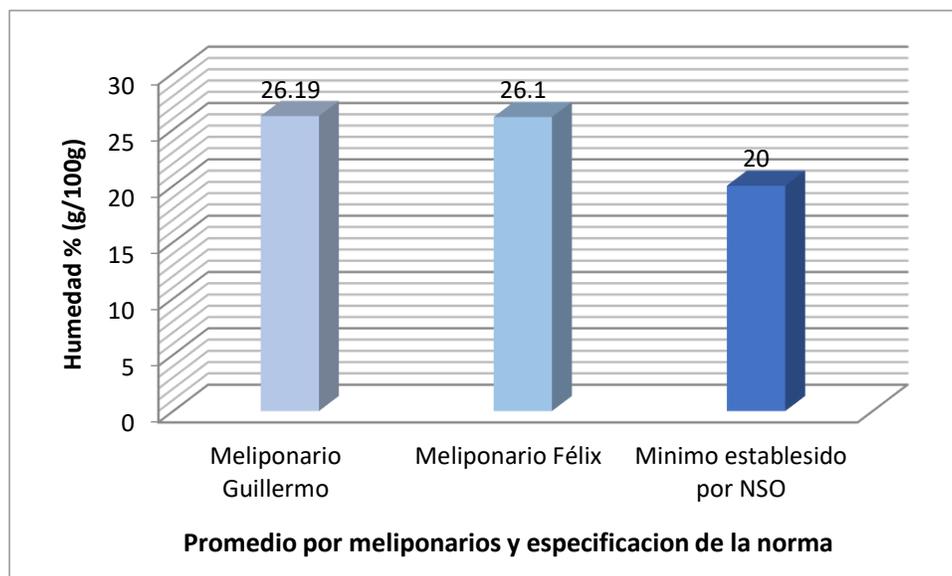


Figura 2: Promedios de la determinación de Humedad % (g/100g) de las muestras de miel de *Melipona beecheii* en comparación a las especificaciones de la Norma Salvadoreña NSO 67.19.01:04 "Miel de abeja, Especificaciones".

Fuente: Elaboración Propia

En general el índice de refracción para la miel de abeja *Melipona beecheii* perteneciente a los ecosistemas estudiados en el municipio de Lajas manifestaron buenos resultados, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las mieles de los meliponarios, mostrando una media de 26,14 % de humedad, 71,91 % de Azúcar y una densidad de 39,68, entre las muestras de miel de ambos meliponarios. Coincidiendo con Fonte et al. (2007) quien obtuvo resultados similares en una investigación realizada en mieles de colmenas de abejas Meliponas (23,6 % de humedad y 74,9 % de Azúcar), en la provincia de Matanzas. En este mismo sentido se encontró homogeneidad en las muestras obtenidas de ambos ecosistemas, en comparación a los resultados obtenidos por Alarcón y Ibáñez (2008) para la miel de abeja de *Melipona beecheii* del municipio de Citalá.

Si se comparan los resultados con la única propuesta de norma que se ha encontrado (Vit, 2000) (Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense 03 029-99), donde los índices evaluados indican una excelente calidad de las muestras de Matanzas, incluso, respecto a los resultados de Díaz, C. A (2007), en Cuba. En este mismo sentido Fonte et al., (2007), reporto en muestras obtenidas en la provincia de Pinar del Río sobrepasan en más del doble el máximo de 70 meq/100 g de acidez total propuesto.

En relación al pH, los resultados en los distintos establecimientos presentaron un valor promedio de 4.4, estando este valor dentro de los parámetros normales aceptados (3.90) (Mendizabal 2005). La importancia de este parámetro reside en el hecho que un bajo pH inhibe la presencia y crecimiento de microorganismos y permite la compatibilidad de la miel con muchos productos alimenticios. Durante el proceso de maduración, el néctar se modifica hasta transformarse en miel. Este proceso involucra la pérdida de humedad por evaporación. El máximo de humedad permitida es de 20 %; este valor puede ser superior si la miel se cosecha antes que las abejas retiren el exceso de humedad de los panales (NSO 67.19.01:04).

El pH en la miel está influenciado por sustancias mandibulares añadidas al néctar por parte de las abejas y el néctar (Alves et al. 2005), esto último se relaciona con lo mencionado por Suárez et al. (2002), que los ácidos presentes en la miel están vinculados a marcadores del origen botánico y geográfico.

Los ácidos orgánicos de la miel de *Apis mellifera* conforman solamente el 0.5% de la composición de la miel, pero influyen favorablemente en el sabor y en la estabilidad que la miel presenta frente a microorganismos (Mendizabal 2005). El ácido glucónico constituye el 70 y el 80% de los ácidos totales (Gil 2010). Es producido por la acción de la glucosa oxidasa sobre la glucosa del néctar durante la transformación en miel, esta reacción es extremadamente lenta en mieles muy densas, pero es rápida cuando la miel es fluida (Simal y Huidobro 2001). Esto se podría relacionar con las mieles de *Melipona beecheii* que por ser más fluidas o viscosas la acción de la gluco-oxidasa es más rápida y produce en mayor cantidad ácido glucónico.

En la determinación del índice de refracción no se encontró mayor diferencia de los resultados en los dos tipos de abejas sin aguijón. Ambas tuvieron como promedio 1.47. Este parámetro está ligado con la humedad de la miel (Alarcón y Ibañes 2008 y Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.19.01:04), por medio de la tabla para determinar el contenido de humedad usando el índice de refracción se deduce que para la miel de *Apis mellifera* que establece un máximo de humedad del 20% y su respectivo índice de refracción es de 1.4865 (Norma Mexicana de la miel NMX-F-036-1997 “Alimentos-miel-especificaciones y métodos de prueba”), es decir, el máximo del índice de refracción es 1.4865, y se encontró un máximo en *Melipona beecheii* (Jicota) de 1.4795 y *Tetragonisca angustula* (Chumelo) de 1.4840.

Si bien el contenido de humedad reportado por Vit (2000), de las muestras en su estudio es menor que la propuesta máxima de 30 %, puede considerarse que en el origen de su severo deterioro cualitativo se han combinado la más alta humedad y un método de obtención que no debe haber cumplido requisitos mínimos de higiene. Es un hecho que mieles con más de un 21 % de humedad, son propensas a fermentar por la acción de las levaduras osmotolerantes, además de requerirse equipos y locales limpios, realizar adecuadamente el colado y decantación, e impedir contaminaciones en el proceso de extracción.

Cuando la miel tiene menos del 20 % de humedad, la abeja opercula los panales y la almacena para su uso posterior. Por lo tanto, cuanto mayor sea el número de celdas con miel operculadas, será más seguro cosechar una miel con reducido % de humedad. Si las condiciones de almacenamiento post-cosecha son inadecuadas, también podría incrementarse el porcentaje de humedad en la miel (Chan et al., 2015). Las mieles presentaron un valor promedio 17.16 %, comparables a los resultados observados en muestras de la provincia de Corrientes (18.21 %) (Subovsky et al., 2000), estando en ambos casos, dentro de los valores normales establecidos por las Normas Salvadoreñas Obligatorias (NSO 67.19.01:04)

Los valores de la densidad del estudio a 20 °C se mostraron entre 40.00 y 23,81. Los mismos son similares a los resultados de los promedios de la densidad reportados en el municipio de La Reina, en el Salvador, para las muestras de miel de *Melipona beecheii* se obtuvo mayor densidad y el municipio de la Palma menor, sin embargo, la diferencia de los resultados no es significativa con respecto a los tres municipios del departamento de Chalatenango según los parámetros de las NSO 67.19.01:04.

Otro hecho importante es que las propiedades fisicoquímicas y las propiedades biológicamente activas de la miel pueden ser afectadas por la flora y por las variaciones geográficas (Chan et al., 2015); además, según Cimpoi et al. (2013), los parámetros determinados pueden proporcionar suficiente información para la clasificación y distinción de la fuente botánica de mieles. Aunque los parámetros fisicoquímicos investigados reflejan la composición química de la miel en su conjunto, por sí solos no son suficientes para definir el origen geográfico de la miel (Lazareviš et al., 2012). Igualmente, se encontró que en casi todos los tipos de miel predomina la fructosa, con lo que la glucosa queda como el segundo azúcar más importante (Finola et al., 2007).

Para el análisis cualitativo de las características organolépticas, se hizo una comparación con un panel de catación entre las mieles de abejas si aguijón de ambos ecosistemas. Las muestras de miel correspondientes al meliponario de Félix, mostraron una coloración que vario desde amarillo turbio hasta casi incolora. El sabor y el aroma resultaron ser muy agradables y recordaban a frutas. Las muestras que

extrajeron del meliponario de Guillermo mostraron una coloración que osciló entre amarillo claro a casi incolora, en cuanto al sabor y el aroma resultaron ser ácidas y agradables (Tabla 2). El buen estado de estos parámetros corrobora que a pesar de existir otras especies de animales alrededor, la miel de ambos meliponarios muestra buen estado.

Tabla 2. Análisis organoléptico de mieles de *Melipona beecheii* de ecosistemas urbanos.

Determinaciones Características organolépticas	Melipona beecheii (Félix)	Melipona beecheii (Guillermo)	Melipona beecheii (NSO 67.19.01:04 Salvadoreña)
Color	Amarillo turbio, casiincolora	Amarillo claro, casiincolora	Amarillo , casiincolora
Sabor	Ácido, recuerda a frutas	Ácido	Ácido, recuerda a frutas
Aroma	Recuerda a frutas, muy agradable	Agradable	Recuerda a frutas, agradables
Consistencia	Fluida sin cristalización	Fluida sin cristalización	Fluida sin cristalización

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del análisis organoléptico están en correspondencia con la (Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.19.01:04) y la Norma Cubana 371 para miel de *Apis Mellifera* (Oficina Nacional de Normalización, 2012). Esta señala que la miel de abeja deberá presentarse como un líquido denso, viscoso y traslúcido, o bien cristalizado; y no deberá tener ningún sabor, aroma o color desagradables, los cuales son absorbidos de materias extrañas durante su procesamiento, envasado o almacenamiento.

El color de la miel está determinado por las plantas que las abejas visitan para recolectar el néctar. El color de la miel varía desde casi incoloro hasta pardo oscuro, lo cual es debido a pequeñas cantidades de pigmentos (carotenoides, clorofila y xantofila) que establecen la diferencia entre una miel clara y otra oscura (Suescún y Vit 2008).

En este sentido se discrepa con los resultados obtenidos por Fonte et al. 2007), reportando alteraciones en muestras provenientes de Pinar del Río que presentaron alteraciones severas, comparadas con las de Matanzas, y reflejadas tanto en la apreciación organoléptica por signos de fermentación y sabor muy ácido, que sobrepasó el típico “ácido” señalado para estas mieles por Ceballos y Manresa (2003), como por la inaceptable acidez (158,5 a 167 meq/100 g).

En este aspecto se cumple con los parámetros establecidos en la Norma Salvadoreña obligatoria NSO 67.19.01:04 “el color de la miel va desde casi incolora, pasando por varias tonalidades del amarillo y del ámbar hasta ámbar muy oscuro, pero siendo uniforme en todo el volumen del envase que lo contenga”.

Estos colores son atribuidos al contenido mineral de la miel, que depende mayoritariamente de la fuente floral disponible en la zona. Los colores más claros se asocian a mieles de sabores suaves, mientras que colores más oscuros corresponden a mieles usualmente de sabores más fuertes (Dussaubat, 2006 citando el National Honey Board), por medio de la pruebas palinológicas se han identificado las fuentes de néctar de miel de abejas sin aguijón.

Según Suescún y Vit (2008), el color de las dos mieles de *Melipona beecheii* fueron diferentes al color de la miel de Zamorano, presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). La miel de Meliponas presentó un color con alta luminosidad y una coloración ámbar claro (verde-amarilla) en comparación con la miel de Zamorano. El color de la miel está determinado por las plantas que las abejas visitan para recolectar el néctar. El color de la miel varía desde casi incoloro hasta pardo oscuro, lo cual es debido a pequeñas cantidades de pigmentos (carotenoides, clorofila y xantofila) que establecen la diferencia entre una miel clara y otra oscura.

El análisis organoléptico para el aroma y la consistencia, mostraron como resultado que las mieles extraídas de los ecosistemas solían recordar a frutas, y su aroma se tornaba de agradable a muy agradable. En cuanto a la consistencia para estos casos fue fluida sin cristalización cumpliendo los parámetros de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.19.01:04, y a los resultados de (Alarcón y Ibañez 2008) en el Salvador.

Estudios realizados por (Cabrera et al. 2006) reportan resultados parecidos, señalando que hay dos tipos de agentes antimicrobianos en la miel. La que tienen origen en el peróxido de hidrógeno, producida por la glucosa oxidasa y la debida a componentes diferentes al peróxido de hidrógeno, incluyendo la actividad de la lisozima, la presencia de ácidos aromáticos y volátiles. Siendo la acción no-peróxido más insensible a la luz y mantiene su actividad por largos periodos de tiempo (Bogdanov 1997).

También asocian su efecto antiséptico a factores físicos y químicos que pueden estar relacionados con diferentes fuentes florales y abejas de diferentes orígenes y por otro lado con la osmolaridad que provoca la salida de líquidos de los tejidos, creando un ambiente húmedo aséptico que inhibe microorganismos patógenos.

En el ámbito ecológico, el estudio de Conti et al. (2014) confirma que la miel puede ser usada como biomonitor de la contaminación ambiental, aunque no es confiable para sitios con bajos niveles de contaminación.

Una primera aproximación al estudio de la calidad de la miel se enfoca en evaluar la diferencia del origen botánico y la clasificación por origen floral y por origen geográfico tanto de mieles uniflorales como multiflorales, a través de la caracterización físico química y bioquímica, para, así, identificar los parámetros discriminantes utilizando, entre otros, el método multivariado (Resende et al., 2014).

Otro enfoque que autores como Lakhanpal y Vaidya (2015), han usado para determinar la calidad de la miel se basa en la cuantificación del contenido de azúcares totales y reductores, en particular mono y disacáridos, entre los que se encuentran sacarosa, glucosa, fructosa y maltosa, además de otras sustancias relacionadas con los azúcares como la actividad diastásica, la invertasa y la glucosa oxidasa.

Pineda *et al.* (2019) en Colombia encontró que las diferentes categorías de calidad de la miel obedecen a factores diversos como las estaciones, las condiciones de empaque, el procesamiento, la fuente floral, el origen geográfico y el periodo de almacenamiento. Así mismo, se halló que las propiedades dieléctricas están directamente relacionadas con el contenido de agua y cenizas y que la acidez es la que indica el grado de frescura de la miel al estar relacionada con la fermentación por microorganismos.

Conclusiones

1. En el diagnóstico higiénico-sanitario de los ecosistemas en estudio es común la crianza de animales de traspatio y la existencia de una laguna de oxidación, aspectos que no influyeron en la calidad de la miel muestreada.
2. Aunque hubo un alto contenido de humedad de la miel de *M. beecheii* no sufrió ningún proceso de degradación aparente.
3. Las mieles analizadas cumplen con las exigencias internacionales establecidos en la Norma Salvadoreña obligatoria NSO 67.19.01:04 presentando, en todos los casos, características fisicoquímicas y organolépticas óptimas para su consumo y comercialización

Recomendaciones

Continuar realizando estudios sobre las características biológicas de la especie de abeja sin aguijón *Melipona beecheii* y las producciones que se derivan de su crianza, para contribuir al desarrollo y conservación de los meliponinos.

Referencias Bibliográficas

- Abbasi, R., Mashhadikhan, M., Abbasi, M., & Kiabi, B. (2009). Geometric morphometric study of populations of the social wasp, *Polistes dominulus* (Christ, 1791) 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
- Alarcón, R., Y Ibañes, I. (2008). Determinación de las características fisicoquímicas de la Miel producida por las especies de abejas sin aguijón: *Melipona beecheii* (jicota) y *tetragonisca angustula* (chumelo) de meliponicultores de la zona norte del departamento de Chalatenango. *Apidae*, 36-38
- 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
- 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.
- Bogdanov, S.; Martín, P.; Lullmann, C. 1997. Harmonised methods of the European
- 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.
- Cabrera, L., Céspedes, E., Nava, R., & Ojeda, G. (2006). Actividad antibacteriana no-peróxido de mieles zulianas. *FCV-LUZ*, 16(5), 556-553.
- Camargo, J., & Moure, J. (1994). Meliponinae Neotropicales: 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 yucatanica* new species (Hymenoptera: Apidae). *Pan-Pacific Entomol*, (64), 147-157.
- Cano, P. (2005). La polinización de los cultivos por abejas. *Manual de polinización apícola*.

- 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*, (pp. 73-78). Mérida, Yucatán.
- Carvalho-Zilse, G., Porto, E., Nunes da Silva, C., & Costa-Pinto, M. d. (2007). Atividades de voô de operárias de *Meliponaseminigra* (Hymenóptera: Apidae) enun sistema agroforestal da amazônia. *Uberlandia*, 23(1), 94-99.
- Castilla-La Mancha.
- Ceballos M., Manresa L., (2003). Actividades de la abeja melífera. *Granja Apicultura*,
- Chan, J., & Rodríguez, J. (2015). La Meliponicultura entre la Tradición y la Tecnificación. *Universidad de Quintana Roo*, (12), 97-110.
- Cimpoi, C., Hosu, A., Miclaus, V., y Puscas, A. (2013). *Determination of the floral origin of some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties. Spectrochimica Acta Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2012.04.008>
- Coll, F., Villat, C., Laporte, G., Noia, M., & Mestorino, M. (2008). Características microbiológicas de la miel. *Veterinaria Cuyana*, (3), 29-34.
- Conti, M. E., Finoia, M. G., Fontana, L., Mele, G., Botrè, F., y Iavicoli, I. (2014). Characterization of Argentine honeys on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chemistry Central Journal*, 8(44). <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-44>
- 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 melífera*. Obtenido de Cuenca Rural: [www.cuencarural.com/granja/apicultura/actividades de la abeja melifera/](http://www.cuencarural.com/granja/apicultura/actividades%20de%20la%20abeja%20melifera/)
- 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 (*MeliponassubnitidaDucke*) em ambiente protegido. *Animal Sciences*, 26(3), 293-298.
- Daly, H. (1985). Insect Morphometrics. *Entomol*, (30), 415-438.
- Díaz GT.(2007.) Importancia de las abejas para las plantas. *Plantas Melíferas en Asturias*; 88-104.
- 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*, 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 Forestale*, s(15), 15-20.
- Dujardin, J. (2000). Introducción a la Morfometría (Con énfasis en Phlebotominae y Triatominae). *Natural*, (4), 78-89.
- Dujardin, J., Chávez, T., Machane, M., & Solís, S. (1999). Size, shape and genetics. *Sexual dimorphism and environment*, 50-67.
- Faversani, S. (2006). *Meliponas: Abejas Nativas. Características generales*.
- Fernández García, N., Navarro Varela, J. M., & Martínez Machado, J. A. (2018). Caracterización de la miel de Meliponas en ecosistemas periurbanos y agrícolas del Consejo Popular Horquita. *Agroecosistemas*, 6(1), 28-33.
- Finola, M. S., Lasagno, M. C., y Marioli, J. M. (2007). Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry*, 100(4), 1649-1653. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.046>

- 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., Francoy, 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.
- Francoy, 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.
- Gil, Angel. 2010. Tratado de Nutrición. Tomo II. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Médica Panamericana.
- González Acereto, J. (2008). Cría y manejo de abejas nativas sin aguijón en México. *Universidad Autonoma de yucatan*, 177.
- 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 melifera* de la reguión 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 *Astrartes 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*. Obtenido de www.science.com
- Hilario, S., Emperatriz-Fonseca, V., & Kleinert, A. (2000). *Revista Brasileira de Biología*, 60(2), 299-306.
- Hilario, S., Emperatriz-Fonseca, V., & Kleinert, A. (2001). Responses to climatic factors by foragers of *Plebeypugnax Moure* (in litt.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biología*, 61(2), 191-196.
- Hilario, S., Gimenes, M., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2003). *Apoidea Neotropica*.
- Hilario, S., Riveiro, M. d., & Imperatriz, V. L. (2007). *Biota Neotropica*, 7(3). Obtenido de www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn03907032007
- honey commission. *Apidologie*.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.048>
- Hurtado-Burillo, M., Martínez, J., May-Itzá, W. d., & Quezada-Euán, J. y. (2014). Study of microsatellite markers 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. Lactónica y total e Índice de formol. Departamento de Bromatología. Santiago de Compostela. *Ciencia y Desarrollo*, (68), 17.
- Lakhanpal, P., y Vaidya, D. (2015). Development and evaluation of honey based mango nectar. *Food Science and Technology*, 52(3), 1730-1735.
- Lazarevi , K., Andri , F., T rifkovi, J., T eši, Z., y Milojkovi-Opsenica, D. (2012). Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters. *Food Chemistry*, 132(4), 2060-2064.
- 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.
- Lóriga, W., Álvarez, D., & Demedio, J. (2015). Población inmadura y reservas de alimentos en colonias 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.
- 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). Conservación de abejas y polinización de cultivos en Yucatán, México. *Polinización en Plantas Orticulas*.
- Mendieta Carrillo, J. 2002. Comparación de la composición química de la miel de tres especies de abejas (*Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*) de El Paraíso. *Sociobiology*, 52(3), 81-85.
- 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. *Natura*, 3-17.

- Moo-Vall, H., Quezada-Euán, J., & Canto, J. &. (2004). Caste ontogeny and the distribution of reproductive cells on the combs of *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini). *Apidologie*, (35), 587-594.
- Nates-Parra, G. (2005). Abejas silvestres y polinización. Obtenido de Manejo integrado de plagas y polinización: 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.
- Organización Mundial de la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2014). Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe.
- 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*, 3-8.
- Pierrot, L., & Schindwein, 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*. Obtenido de Monografias.com: www.monografias.com/trabajos40/flora-apicola/flora-apicola2.shtml
- Pineda Ballesteros, E., CastellanosRiveros, A., y Téllez Acuña, F. R. (2019). Determinantes fisicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica.

- Cuadernos de Desarrollo Rural*, 16(83). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr16-83>.
- Portopassi-Laurino, M. (2009). Global meliponiculture: challenges and opportunities. *Apidologie*, 275-292.
- Prost, P., & Le Conte, Y. (2006). Apicultura: Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. *Mundi-Prensa*. 65
- 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: Melliponini). *Apidologie*, 247-258.
- Quezada-Eguán, J., May-Itza, W. J., & González-Acereto, J. (2001). Meliponeculture in Mexico: problems and perspective for development. *Bee World*(82), 160-167.
- Quezada-Euán, J. (2005). Importance of de bees. *Univesidad 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.
- Resende, R., Teixeira, E., da Silva, C., Guerra, M., Conte, C., Mano, S., y Oliveira, E. (2014). Classification of Brazilian honeys by physical and chemical analytical methods and low field nuclear magnetic resonance (LF 1H NMR). *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 90-95.

- 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.
- Robles, E.; Salvachua, J. 1999. Alimentación de las abejas. Centro apícola regional de
- 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
- Ruttner, F. (1988). Biogeography and taxonomy of Honey bees. *Springer-Verlag*, (5), 33-56.
- Sheffield, C., Frier, S., & Dumesh, S. (2014). The Bees (Hymenoptera: 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: sistematización e identificación. *Apidae*, 253.
- Simal, J. y J.F. Huidobro, (2001). Parámetros de calidad de la miel. Acidez (pH, libre
- 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 *Meliponas beecheii*. *Apitec*, (42), 13-15.
- Souza, B., Carvalho, C., & Alves, R. (2006). Flight activity of *Meliponaaasilvai* 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.
- Suárez, R. (2001). Morfología de los insectos. En *Insectos y ácaros de los animales domésticos*. 29-54
- Subovsky, V. (2000). Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellifera* L.), etiquetadas como "miel de ulmo" (*Eucryphia cordifolia* Cav.). *Mundo Nuevo*, 25-29
- Suescún L., & Vit, P. (2008) Control de calidad de la miel de abeja producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio. *Fuerza Farmacéutica*; (1),12.
- 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). Inicio 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. Horquita (Ed.), *Tecnología de crianza de abejas de la tierra (Melipona beecheii Bennett, 1831)*. Cienfuegos, Cuba.
- Vit, P. (2000). *Quality standards for medicinal uses of Meliponinae*
- Wiley, E. (1981). *Philogenetics. Apidae*, 64-89.

Williams, N., Minckley, R., & Silveira, F. (2001). *Ecology*.
www.consecol.org/vol5/iss1/art7

Winfree, R., & Bartomeus, I. a. (2011). *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, (42), 1-22.
www.cedit.misiones.gov.ar/dmdocuments/meliponas__caracteristicas_generales.pdf