



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

CONOCIMIENTO LOCAL E IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ABEJAS NATIVAS SIN AGUIJÓN (APIDAE: MELIPONINI) EN CARÁCUARO, MICHOACÁN

TESIS

Que para obtener el grado profesional de Maestro en Producción Agropecuaria
Opción Terminal Pecuaria

Presenta

MVZ ANABEL BARRIOS MALDONADO

DIRECTOR: DRA. ERNESTINA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ

COMITÉ TUTORIAL:

MTRO. FÉLIX MÁRQUEZ MERCADO

DR. AURELIANO JUÁREZ CARATACHEA

MC RUY ORTÍZ RODRÍGUEZ

DR. GUILLERMO SALAS RAZO

MORELIA, MICH., FEBRERO 2020

ÍNDICE

I. RESUMEN	4
ABSTRACT	5
II. INTRODUCCIÓN.....	6
III. ANTECEDENTES	11
3.1. Filogenia y diversidad de las abejas sin aguijón	11
3.2. Características generales de los Meliponini.....	14
3.2.1 Prosoma	15
3.2.2 Mesosoma.	17
3.2.3 Metasoma.	20
3.3. Biología de la tribu Meliponini.....	22
3.3.1. Los individuos que componen la colonia.....	22
3.3.2. Comportamiento eusocial y anidación de los Meliponini.....	24
3.4. Importancia ecológica de los Meliponini	29
3.5. Importancia cultural de las abejas sin aguijón	31
3.6. La miel de abejas sin aguijón	31
3.7. Disminución de las abejas sin aguijón y su conservación	32
IV. OBJETIVOS	34
4.1. Generales	34
4.2. Específicos	34
V. MATERIALES Y MÉTODOS	35
5.1. Descripción del área de estudio.....	35
5.2. Metodología	36
5.2.1. Encuestas	37
5.2.2. Muestreos	38
VI. RESULTADOS	42
6.1. Encuestas	42
6.2. Muestreos e identificación taxonómica	51
VII. DISCUSIÓN	61
7.1. Encuestas	61
7.2. Muestreos e identificación taxonómica	63
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	70
APÉNDICE A	78
APÉNDICE B	81
APÉNDICE C	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución mundial de las abejas sin aguijón	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Relaciones filogenéticas de las abejas sin aguijón, de acuerdo con Rasmussen y Cameron (2010)	13
Figura 3. Áreas donde se desarrolló el cultivo tradicional de abejas sin aguijón en México.....	14
Figura 4. Anatomía simplificada de un Meliponino: Prosoma. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 5. Anatomía simplificada de un Meliponino: Mesosoma: Patas.	18
Figura 6. Anatomía simplificada de un Meliponino: Metasoma: Tracto digestivo ...	21
Figura 7. Estructuras internas y externas de un nido de meliponinos	26
Figura 8. Ubicación geográfica del Municipio de Carácuaro en el estado de Michoacán.....	36
Figura 9. Localidades donde se llevaron a cabo las encuestas	37
Figura 10. Localidades donde se llevaron a cabo los muestreos	38
Figura 11. Método de colecta directa con brocha cosmética	39
Figura 12. Método de doble montaje de Gómez y Jones (2002)	40
Figura 13. Colección entomológica.....	40
Figura 14. <i>Frieseomelitta nigra</i> : a) Se aprecia el integumento y pubescencia negra. b) Ápice blanquecino de las alas. c) Tibia posterior en forma de raqueta. d) Área paraocular característica.....	52
Figura 15. <i>Scaptotrigona hellwegeri</i> : a) Integumento anaranjado y negro. b) Se aprecia el área malar y la mancha frontal negra. c) Líneas que corren de la parte media superior de la carena preoccipital al espacio ocelo-ocular. d) Tibia posterior	53
Figura 16. <i>Geotrigona acapulconis</i> : a) y b) Se aprecia el integumento en color negro y la pubescencia blanca. c) Alas con venación de color negro, con la superficie oscura y traslúcida. d) Tibia posterior en forma de raqueta	54
Figura 17. <i>Lestrimelitta chamelensis</i> : a) Integumento oscuro. b) Área facial con presencia de puntos muy pequeños y abiertos. c) Superficie corporal color negro brillante sin pelos, solo con micropilosidad. d) Alas y venación de color pardo oscuro con iridiscencia	55
Figura 18. Distribución de los nidos muestreados en las diferentes localidades	56
Figura 19. Nidos de abejas sin aguijón muestreados en Carácuaro de Morelos	57
Figura 20. Nidos de abejas sin aguijón muestreados en la localidad de Los Ejes.	57

Figura 21. Nidos de abejas sin aguijón muestreados en la localidad de Paso de Núñez.....	58
Figura 22. Nidos de abejas sin aguijón muestreados en la localidad de Panzacola	58
Figura 23. Hábitats de los nidos de abejas sin aguijón	59
Figura 24. Especies de árboles como hábitat de Meliponinos	60
Figura 25. Antigüedad de nidos de abejas sin aguijón	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diversidad de abejas sin aguijón en Michoacán	14
Tabla 2. Distribución de los encuestados por sexo y localidad	42
Tabla 3. Distribución de los encuestados por rangos de edad	42
Tabla 4. Número de especies de abejas sin aguijón descritas por los encuestados	43
Tabla 5. Especies de abejas sin aguijón descritas por la población encuestada, por localidad.....	43
Tabla 6. Percepción de los encuestados sobre la importancia de las abejas nativas sin aguijón	44
Tabla 7. Causas de disminución de Meliponinos	45
Tabla 8. Otros productos adicionales a la miel, que se pueden obtener de las abejas nativas sin aguijón.....	46
Tabla 9. Diferentes usos que se le da a los productos de las abejas sin aguijón ...	46
Tabla 10. Percepción de los encuestados sobre la forma de los nidos de Meliponinos	47
Tabla 11. Percepción de los encuestados sobre los lugares de anidación de los Meliponinos	48
Tabla 12. Percepción de los encuestados sobre la temporada de cosecha de miel de Meliponinos	48
Tabla 13. Cantidad de nidos de Meliponinos cosechados por temporada	49
Tabla 14. Percepción de los encuestados sobre el destino de las colonias cosechadas	50
Tabla 15. Métodos de obtención de los productos de los Meliponinos	51

I. RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue documentar el conocimiento que los pobladores del municipio de Carácuaro, Michoacán, guardan sobre las abejas nativas sin aguijón de la tribu Meliponini y las interacciones que presentan con estas, identificar taxonómicamente a las abejas nativas sin aguijón presentes, así como documentar la diversidad y distribución actual de abejas sin aguijón en el municipio. Se aplicó una encuesta estructurada a 41 productores ganaderos del municipio de Carácuaro, cuyas respuestas llevaron a la localización de 55 nidos silvestres de abejas sin aguijón, los cuales se georeferenciaron con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y se obtuvieron muestras probando un nuevo método de colecta, que consistió en utilizar una brocha cosmética de forma directa en las entradas de los nidos, obteniéndose entre 2 y 6 abejas de cada uno, se introdujeron en un recipiente de boca ancha con solución letal de alcohol al 70%; posteriormente, se procedió al montaje de 4 ejemplares de cada nido, mediante el método de montaje doble sobre alfileres entomológicos, para facilitar su identificación taxonómica por comparación con las claves respectivas. Se muestrearon 13 localidades del municipio, identificándose las siguientes 4 especies de abejas sin aguijón: *Scaptotrigona hellwegeri*, *Geotrigona acapulconis*, que construye sus nidos bajo tierra; *Lestrimelitta chamelensis*, conocida por su comportamiento cleptobiótico a otras especies de meliponinos y *Frieseomelitta nigra*, especie con mayor presencia en la región. En el municipio de Carácuaro, no existe evidencia de la crianza de abejas sin aguijón, por el contrario, se describen prácticas extractivas insostenibles que en algunos casos, datan de mediados del siglo pasado, prácticas que han contribuido a la disminución de estas importantes especies en la región. Esta investigación generó datos referentes en el estudio de las abejas sin aguijón, además de ser un complemento a los estudios sobre la apifauna del estado de Michoacán.

Palabras clave: Meliponinos, apifauna de Michoacán, doble montaje, extracción insostenible, Meliponicultura.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to document the knowledge that locals of the municipality of Carácuaro, Michoacán, have kept about the native stingless bees of the Meliponini tribe and the interactions they perform with these, taxonomically identify the stingless native bees present, as well how to document the diversity and current distribution of stingless bees in the municipality. A structured survey was applied to 41 cattle producers in the municipality of Carácuaro, whose replies led to the location of 55 wild stingless bees nest, that were georeferenced with a Global Positioning System (GPS) and samples were obtained by testing a new collection method, which consisted of using a cosmetic brush directly from the entries of the nests, obtaining between 2 and 6 bees of each one, they were introduced in a wide mouth container with lethal solution of alcohol to 70%; subsequently, four specimens of each nest were assembled, using the double mounting method on entomological pins, to facilitate their taxonomic identification by comparison with the respective keys. 13 localities of the municipality were sampled, identifying the following 4 species of stingless bees: *Scaptotrigona hellwegeri*, *Geotrigona acapulconis*, which builds their nests underground; *Lestrimelitta chamelensis*, known for its cleptobiotic behavior to other species of meliponinos and *Frieseomelitta nigra*, species with a broad presence in the region. In the municipality of Carácuaro, there is no such evidence of raising stingless bees, on the opposite, unsustainable extractive practices are described that in some cases, date from the middle of the last century, practices that have contributed to the diminishing of these important species in the region. This research generated reference data in the study of stingless bees, as well as being a complement to apifaunistic studies of the state of Michoacán.

II. INTRODUCCIÓN

La clase insecta es el grupo más abundante y diverso de los ecosistemas terrestres, con un amplio espectro de hábitats, los insectos en general desempeñan un papel fundamental en procesos de fragmentación de la cobertura vegetal de los suelos, como control biológico, en los ciclos de los nutrientes, la polinización y al formar parte de la dieta de otros organismos consumidores (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016).

Las abejas, junto con sus parientes cercanos, las hormigas y las avispas, constituyen el orden Hymenoptera o insectos con alas de membrana (Michener, 1974), las abejas se diferencian de los otros himenópteros porque a lo largo de su evolución, han desarrollado estructuras especializadas para la recolección de recursos de plantas, desde escopas en el abdomen o en las piernas, hasta canastas para polen o corbículas (Quezada-Euán, 2018). Como grupo taxonómico, las abejas pueden separarse de las avispas principalmente por sus hábitos de alimentación, siendo predominantemente vegetarianas, con algunas excepciones (Michener, 2000).

Actualmente se reconoce una estimación mundial de 20,000 especies de abejas o apiformes (Roubik, 1989). Una de estas familias de abejas, las ápidas, es la más diversa e incluye un pequeño grupo cuyo aparato de transporte de polen de las hembras es la corbícula o canasta de polen, que incluye a las abejas melíferas (Apini), las abejas de las orquídeas (Euglossini), los abejorros (Bombus) y a las abejas sin aguijón (Meliponini), también llamados “meliponinos” (Michener, 2000; Giannini, 1997).

Los meliponinos son llamadas “abejas sin aguijón” debido a la ausencia de un aguijón funcional, las obreras y reinas solo presentan la estructura vestigial de lo que en el pasado fue un aguijón (Quezada-Euán, 2005); al carecer de este

sistema de defensa, utilizan otros mecanismos como mordiscos o la expulsión de sustancias irritantes, así como enredarse en el pelo o intentar introducirse en ojos y oídos; a pesar de esto, se consideran especies de fácil manejo y no representan peligro.

Las abejas nativas sin aguijón de la tribu Meliponini, especies de origen gondwánico y distribución pantropical (Quezada-Euán, 2018), son insectos de comportamiento altamente social, con tres castas bien definidas: reinas reproductoras, machos (zánganos) y obreras, mismas que desempeñan actividades específicas dentro y fuera de la colmena en diferentes etapas de su vida (Giannini, 1997). Durante su desarrollo larvario y la edad adulta, las abejas sin aguijón se alimentan de néctar y polen (Michener, 2000).

Estas especies de abejas forman parte de la biodiversidad local de los ecosistemas tropicales y subtropicales de todo el mundo, principalmente África, América, Asia y Australia; en el Neotrópico, la región comprendida entre el Sur de México y el Norte de Argentina, es considerado el principal centro de diversificación de los Meliponinos (Roubik, 1989). En México, estas especies se distribuyen en el norte por la costa del Golfo de México hasta el trópico de Cáncer (29°27'N), en el estado de Tamaulipas y por la costa del Pacífico hasta el sur del estado de Sonora (29°N) (Bennett, 1964; Michener, 1979; Kumar *et al.*, 2014).

Los meliponinos tienen gran importancia cultural en México, ya que su manejo se remonta a los pueblos de la Antigua Mesoamérica. El cultivo de las abejas sin aguijón ha sido una tradición para las comunidades mayas desde hace siglos (Kumar, 2014), quienes cultivaron de forma sostenible a los meliponinos para obtener su miel. Fueron los mayas quienes diseñaron la colmena maya tradicional u hobón, que son troncos huecos de aproximadamente 60 cm. de largo, por 40 cm. de diámetro, colocados en bastidores en grandes meliponarios con a veces más de 500 colonias de abejas (Van Veen, 2014).

Las abejas poseen el número uno en importancia como polinizadores animales, la polinización se define como “el traslado de polen de una planta a otra necesaria para su reproducción y posterior floración según sea el caso” (Begon *et al.*, 1996); y específicamente las abejas nativas sin aguijón, desempeñan un papel fundamental en la polinización de la flora autóctona o nativa de los trópicos, con las que forman interacciones claves en el equilibrio de los ecosistemas terrestres, pues no se dan con otros polinizadores o son menos eficientes, ya que las abejas nativas cuentan con adaptaciones morfológicas para ingresar en las flores, manipular, transportar y almacenar el polen, de manera que se han adaptado para esta interacción (França *et al.*, 2017).

Pese a la importancia de las abejas nativas, actualmente las poblaciones de estos insectos benéficos se encuentran amenazados, principalmente por la pérdida de su hábitat asociada a la deforestación presente en todo el mundo, en su mayoría relacionada con causas de origen antropogénico, como lo son: el uso inapropiado de pesticidas y agroquímicos (Giannini *et al.*, 2014; França *et al.*, 2017), la introducción de otros polinizadores, principalmente *Apis mellifera* (Valido *et al.*, 2014), así como el cambio del uso de la tierra a monocultivos (Goulson *et al.*, 2015) y la producción de pastizales para la ganadería (Mas *et al.*, 2017), la degradación de su hábitat causado por asentamientos humanos, aunado a prácticas extractivas insostenibles para la obtención de su miel y cera, principalmente, causas que en conjunto dificultan encontrar sitios de nidificación y alimento (Reyes *et al.*, 2014).

De acuerdo con Pereira *et al.* (2015), la disminución de la abundancia y riqueza de polinizadores puede provocar la pérdida de los servicios de polinización, lo que resultaría en consecuencias negativas para el mantenimiento de la diversidad de plantas silvestres, la estabilidad del ecosistema y la producción de cultivos. La disminución de los polinizadores ha generado preocupación con respecto a los riesgos potenciales para la producción de cultivos polinizados por insectos, la seguridad alimentaria mundial y el desarrollo económico.

Kent (1984) refiere la cuenca del río Balsas en Michoacán como una importante región donde se ha practicado la meliponicultura tradicional en épocas pasadas, en contraste, Reyes *et al.* (2014), mencionan que la obtención de miel de meliponinos en el municipio de Nocupétaro Michoacán, se lleva a cabo de forma extractiva, directamente de los nidos silvestres destruyéndolos, lo que contribuye al problema de disminución de las poblaciones de abejas.

Las especies de meliponinos son diferentes en cada región, no solo en su morfología, sino también en sus hábitos de anidación y alimentación (Quezada-Euán, 2018), por lo que es necesario estudiarlas de forma particular para así desarrollar estrategias de producción, reproducción y conservación efectivas (García *et al.*, 2015). Dada la riqueza del ecosistema en el municipio, Carácuaro es un área de oportunidad para el desarrollo de proyectos de rescate y conservación de estas especies nativas.

Bajo la perspectiva de la importancia de las abejas sin aguijón, la preocupación por la disminución de sus poblaciones y la necesidad de los estudios apifaunísticos, la presente investigación tiene por objetivo documentar la diversidad y distribución actual de abejas sin aguijón en el municipio de Carácuaro, Michoacán; así como dimensionar el conocimiento que los pobladores guardan sobre estas especies y las interacciones que han presentado con estas.

Para cumplir con los objetivos, se comenzó por aplicar una encuesta estructurada a productores ganaderos del municipio de Carácuaro, las respuestas proporcionadas llevaron a la localización de nidos silvestres de abejas sin aguijón, mismos que se georeferenciaron, se obtuvieron muestras de las especies de abejas y se montaron sobre alfileres entomológicos para facilitar su identificación taxonómica. Las colecciones de especímenes de abejas son esenciales para los estudios taxonómicos y son la base de muchos tipos de estudio sobre biodiversidad y población (Figueroa-Mata *et al.*, 2016).

Llevar a cabo la presente investigación, permite la obtención de datos que servirán de referente en el estudio de las abejas sin aguijón en la cuenca del río Balsas, además de ser un complemento a los estudios sobre la apifauna del estado de Michoacán. Del mismo modo, la creación de una colección entomológica de las abejas sin aguijón obtenidas, servirá como apoyo didáctico y como medio de consulta para investigadores y público en general.

III. ANTECEDENTES

3.1. Filogenia y diversidad de las abejas sin aguijón

A lo largo de su evolución las abejas han desarrollado estructuras especializadas para la recolección de recursos de plantas, que también son útiles en su caracterización taxonómica (Michener, 2000). La evolución de la cesta de polen en forma de una concavidad carente de pelo en el lado exterior de la tibia trasera, permitió a las abejas corbiculadas el transporte de materiales pegajosos y el desalojo de su carga (Roubik, 1989). Las primeras abejas corbiculadas probablemente divergieron entre 72 y 95 millones de años de los ancestros del Nuevo Mundo, incluso antes de la evolución de la eusocialidad (Martins *et al.*, 2014).

Del diverso grupo de insectos que son las abejas, se reconoce una estimación mundial de 20,000 especies (Roubik, 1989). Los Meliponinos habitan las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo (Figura 1) y aunque su número real es difícil de establecer debido a la abundancia de especies crípticas y razas geográficas (Nates-Parra, 2001), actualmente se reconocen 60 géneros (Moure *et al.*, 2007) y la mayor diversidad de estas se encuentra en la región Neotropical con 33 géneros (Camargo y Vit, 2013) y aproximadamente 418 especies de abejas sin aguijón (Pedro, 2014). El género *Melipona* es exclusivamente neotropical y abarca una estimación de 74 especies encontradas entre México y Argentina (Camargo y Pedro,

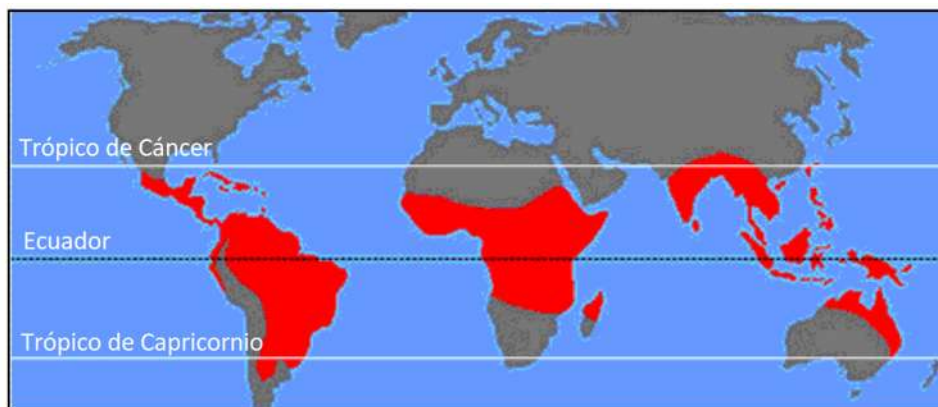


Figura 1. Distribución mundial de las abejas sin aguijón. Modificado de Reyes-González (2011).

Las abejas sin aguijón son un grupo antiguo, la evidencia fósil sugiere que el tiempo de aparición de los Meliponini puede ser de 70 a 90 millones de años; esto es mucho antes de la evolución de *A. mellifera* (Rasmussen y Cameron 2010). Por lo tanto, la evidencia apunta a que las abejas sin aguijón son gondwanianas, pero experimentaron una diversificación posterior, principalmente en América del Sur. Se piensa que los eventos de vicarianza han contribuido a la alta diversidad de abejas sin aguijón en la región Neotropical (Camargo y Vit, 2013).

Rasmussen y Cameron (2007, 2010) realizaron el análisis filogenético más amplio existente hasta ahora, basado en 9 genes, e incluyeron 79 taxones del Viejo y Nuevo Mundo. Los resultados revelaron tres grupos claramente diferenciados: Neotropical, Afrotropical, e Indo-Malayo-Australiano. En el análisis de Rasmussen y Cameron (2010), el clado Neotropical apareció compuesto por tres grupos: uno que incluye las especies de *Melipona*, otro para las especies pequeñas y un tercero con el resto de los taxones del Nuevo Mundo.

Debido a que el grupo Neotropical se separó de los demás temprano en la evolución, Rasmussen y Cameron (2010) estimaron el tiempo de divergencia entre las abejas sin aguijón del Viejo y el Nuevo Mundo, en alrededor de 71 a 73 millones de años, la separación del clado Afrotropical en 61 millones de años y el clado Indo-Malayo-Australiano en 49 millones de años (Figura 2).

Aparentemente, la fauna de abejas sin aguijón presentes en México, son el resultado de migraciones recientes de taxones de Centro o Sudamérica durante el Plioceno y el Pleistoceno. De acuerdo con Ayala (1999, 2006), la fauna de abejas de México se considera mega-diversa y abarca aproximadamente 1800 especies, representando aproximadamente el 10% de la riqueza mundial. Actualmente existen 46 especies de abejas sin aguijón (13 de estas, endémicas) distribuidas en 11 géneros reconocidos.

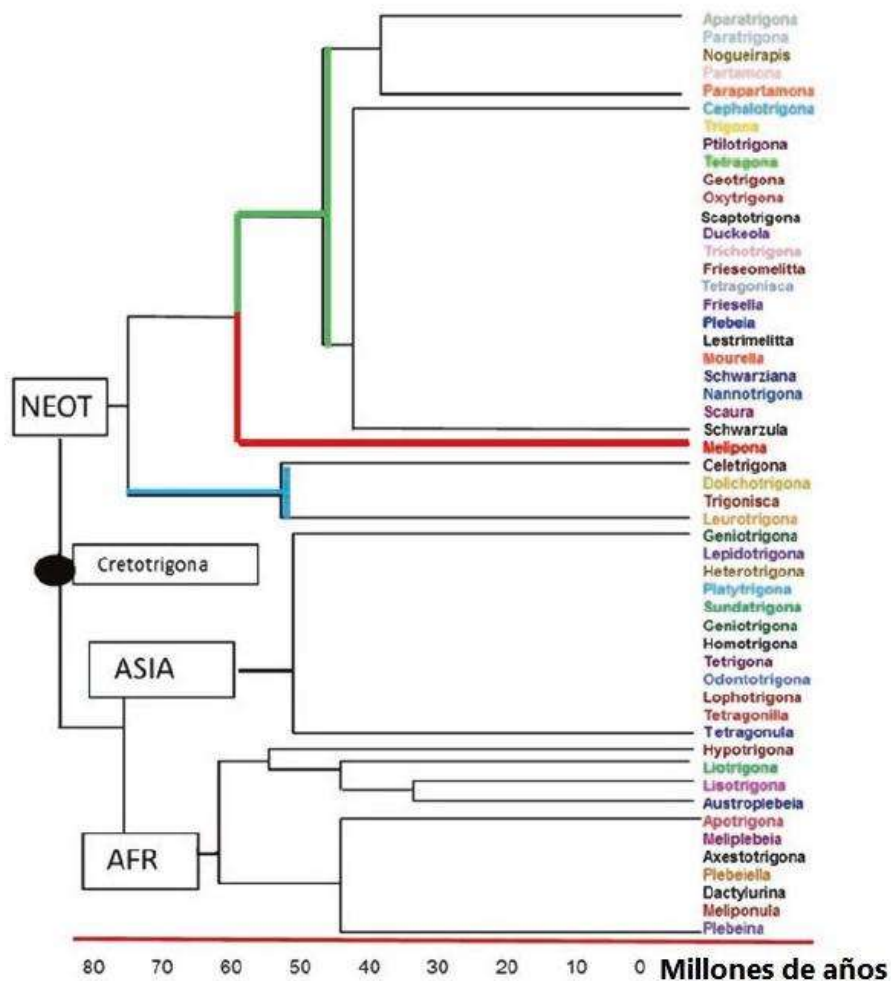


Figura 2. Relaciones filogenéticas de las abejas sin aguijón, de acuerdo con Rasmussen y Cameron (2010). Tomado de Quezada-Euán (2018).

La cuenca del río Balsas en el centro occidente de México presenta gran riqueza de flora y fauna, esta región es considerada un centro de endemismos para las abejas de la tribu Meliponini (Ayala, 1999), esta región es, además, una de las cuatro áreas donde se cultivó a las abejas sin aguijón (Figura 3). Ayala (1999) reporta para Michoacán, 8 de los 11 géneros y 13 de las 46 especies de las que se tiene registro en México, sin embargo, estudios recientes de Reyes-González (2011) y Reyes *et al.*, (2017) realizados en los municipios de Charo, Madero, Nocupétaro y Tzitzio registran nuevas especies (Tabla 1).

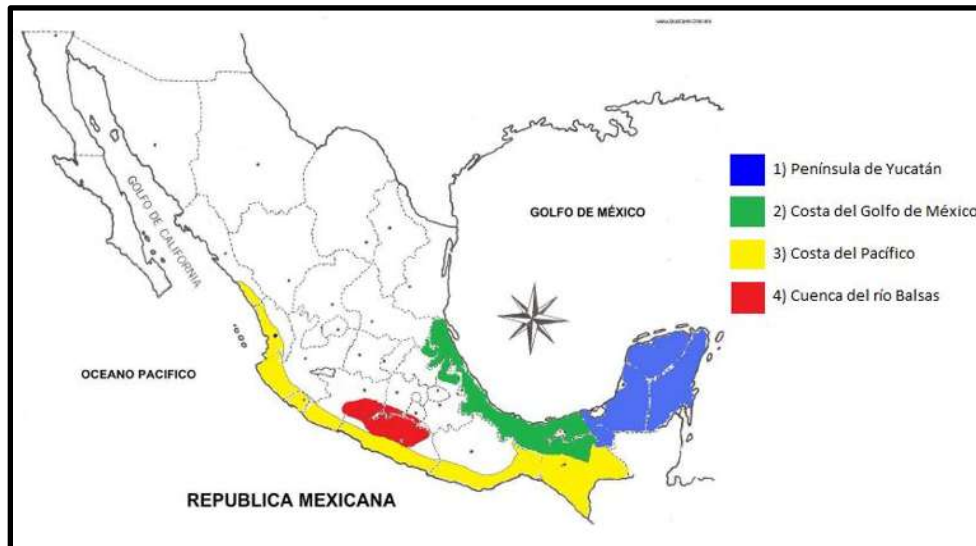


Figura 3. Áreas donde se desarrolló el cultivo tradicional de abejas sin aguijón en México (Bennett, 1964).

Tabla 1

Diversidad de abejas sin aguijón en Michoacán

Género	Especie
1. <i>Cephalotrigona</i>	1. <i>Cephalotrigona erbuneiventer</i> Schwarz, 1948
2. <i>Melipona</i>	2. <i>Melipona lupitae</i> Ayala, 1999
	3. <i>Melipona fasciata</i> Latreille, 1811
3. <i>Nannotrigona</i>	4. <i>Nannotrigona perilampoides</i> Cresson, 1878
4. <i>Partamona</i>	5. <i>Partamona bilineata</i> Say, 1837
5. <i>Plebeia</i>	6. <i>Plebeia frontalis</i> Friese, 1911
	7. <i>Plebeia mexicana</i> Ayala, 1999
	8. <i>Plebeia moureana</i> Ayala, 1999
	9. <i>Plebeia fulvopilosa</i> Ayala, 1999
6. <i>Scaptotrigona</i>	10. <i>Scaptotrigona hellwegeri</i> Friese, 1900
7. <i>Trigona</i>	11. <i>Frieseomelitta nigra</i> Lapeletier, 1836
	12. <i>Geotrigona acapulconis</i> Strand, 1917
	13. <i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1845
8. <i>Trigonisca</i>	14. <i>Trigonisca pipioli</i> Ayala, 1999
	15. <i>Trigonisca azteca</i> Ayala, 1999
9. <i>Lestrimelitta</i>	16. <i>Lestrimelitta chamelensis</i> , Ayala, 1999

Tomado y modificado de Reyes-González, 2011.

3.2. Características generales de los Meliponini

Los Meliponinos son el grupo más diverso dentro de las abejas corbiculadas, no solo por el número actual de especies (casi 500), sino también por las diferencias

contrastantes en morfología, hábitos de anidación y comportamiento entre especies. Sin embargo, es posible separar las abejas sin aguijón de las otras abejas corbiculadas por algunas características comunes (Quezada-Euán, 2018):

1. Poseen un vestigio de aguijón.
2. La presencia de penicillium, un peine de cerdas rígidas en el margen interno de la corbícula. Esta estructura es más débil o está ausente en los géneros cleptobióticos *Lestrimelitta* y *Cleptotrigona*.
3. Débil y reducida venación de las alas anteriores.
4. Un pterostigma del ala anterior, de tamaño moderado (especies *Melipona*), a grande (especies no *Melipona*).
5. Un número reducido de *hamuli* (ganchos) en las alas traseras (8 a 16 en *Melipona* y 4 a 10 en no *Melipona*), en comparación con *A. mellifera* (ca. 20) y *Bombus* (14 a 28).
6. Ausencia de la prensa de polen en la articulación tibio-tarsal y el basitarso es pequeño y delgado comparado con *Apis*.
7. Ausencia de palpos maxilares.
8. Glándulas productoras de cera en la parte dorsal del metasoma.
9. Ausencia de espolón tibial.
10. Garras femeninas simples, solo bifurcadas en los machos.

Existe una gran variación en las características externas de las abejas Meliponini, lo que contrasta fuertemente con el patrón corporal bastante uniforme que se muestra en *Apis*. El grado de pilosidad corporal, el patrón de venación de las alas y el tamaño y la forma de las corbículas son ejemplos notorios de esta variabilidad. No obstante, las abejas sin aguijón exhiben un patrón básico de cuerpo:

3.2.1 Prosoma.

Las estructuras que se encuentran en la cabeza o el prosoma (Figura 4) son importantes para la interacción del insecto con su entorno, la mayoría actúan

como centros para la alimentación y los sentidos. Los órganos principales aquí son los ojos, las antenas y la probóscide (Quezada-Euán, 2018).

Las abejas tienen dos tipos de ojo. Uno, es un conjunto de tres ojos simples llamados ocelos que se encuentran en el ápice frontal de la cabeza. Los ocelos están involucrados en la percepción de la intensidad de la luz. También hay un par de ojos compuestos grandes ubicados a ambos lados de la cabeza. Los grandes ojos compuestos están formados por pequeñas facetas llamadas omatidios. Cada omatidio es una unidad óptica simple pero completa con una lente corneal, un cono cristalino y un pigmento sensible a la luz, la rodopsina. Los omatidios actúan capturando imágenes simples en su área visual y éstas se procesan en el cerebro para obtener una imagen más compleja y más amplia (Dade, 1985).

En la parte frontal de la cabeza hay un par de antenas, cada antena está formada por tres segmentos: el más grande que une la antena a la cabeza es el escapo, el siguiente segmento esférico pequeño es el pedicelo, que permite el movimiento libre de la sección distal de las antenas, que es llamada flagelo. El flagelo se divide en pequeños segmentos llamados flagelómeros, de los cuales las hembras (obreras y reproductoras) tienen 10 y los machos 11. La superficie de los flagelómeros está cubierta de receptores químicos y mecánicos llamados placas sensoriales. Existen diferentes tipos de estos receptores, cada uno involucrado en la detección de los niveles de CO₂, presión y temperatura, el sabor y el olfato, entre otros (Dade, 1985).

Debajo de la cabeza está la probóscide, una estructura articulada utilizada por la abeja como pajilla en la succión de néctar y líquidos. Cuando no se usa, las partes de la probóscide se pliegan detrás de la cabeza. Cuando está en uso, la probóscide se extiende y el palpo forma un tubo alrededor de la glosa. La saliva se produce en las glándulas de la cabeza y el tórax y se usa para diluir los alimentos. Los músculos, debajo de la cabeza, crean una bomba de succión en la probóscide

y los líquidos pueden ser ingeridos (Dade 1985). El sabor parece percibirse principalmente en la punta de la glosa (el flabelo) y los palpos labiales.

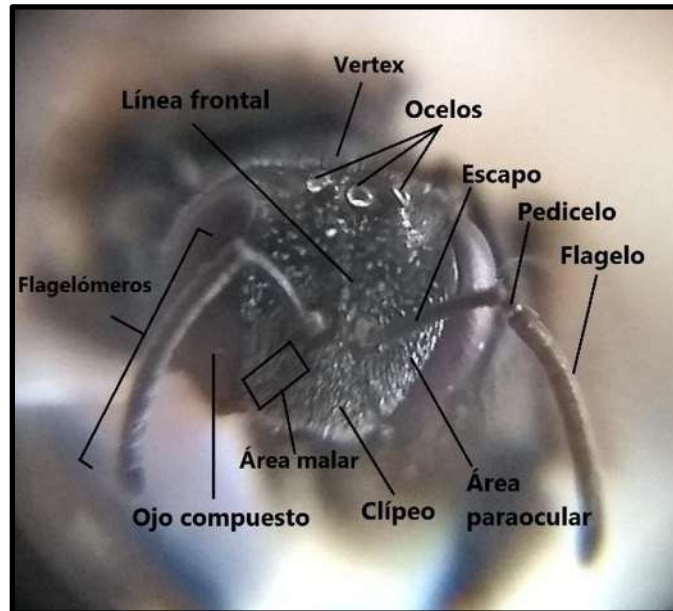


Figura 4. Anatomía simplificada de un Meliponino: Prosoma. Elaboración propia basado en Quezada-Euán, 2018 y Dade, 1985.

En la parte inferior de la cabeza se encuentran las mandíbulas. Estos apéndices son las principales herramientas para procesar alimentos (polen) y materiales de construcción (cera, cerumen y resinas), pero también las armas más importantes para la defensa. Dado que los Meliponinos carecen de picadura, las mandíbulas pueden desarrollarse especialmente en algunas especies. En consecuencia, las mandíbulas pueden variar en tamaño y agudeza. Curiosamente, las especies altamente defensivas o cleptobióticas tienen mandíbulas más grandes con dientes más numerosos y afilados (Shackleton *et al.*, 2015). Los reproductores generalmente hacen poco uso de las mandíbulas y estas son significativamente más pequeñas.

3.2.2 Mesosoma.

El tórax o mesosoma es el segundo segmento más grande del cuerpo, Aquí se encuentran los órganos involucrados en la locomoción del insecto. En el tórax se

insertan dos pares de alas y tres pares de patas, ambos tipos de apéndice son propulsados por grupos de músculos. Las patas de la abeja son tres pares de apéndices segmentados. Los segmentos de las piernas, desde los más proximales hasta los más distales, son la coxa (el primer segmento que une la pierna al mesosoma), seguida del trocánter, el fémur, la tibia y el tarso, que incluye al basitarso. El tarso está formado por cinco segmentos llamados tarsiales (Figura 5) (Quezada-Euán, 2018).

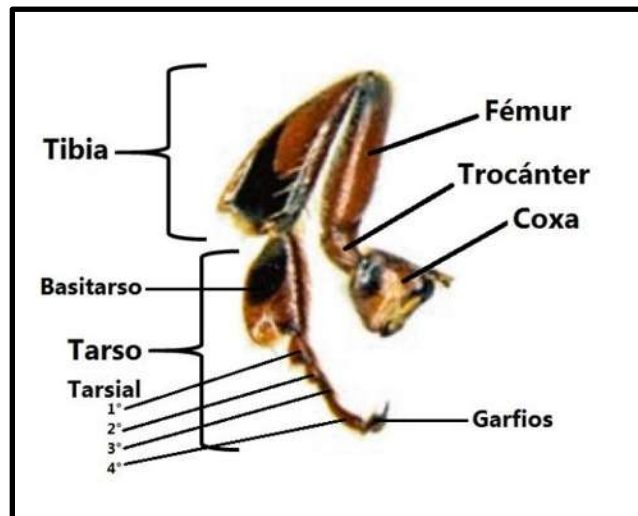


Figura 5. Anatomía simplificada de un Meliponino: Mesosoma: Patas. Elaboración propia, basado en Quezada-Euán, 2018 y Wille, 1979.

El basitarso del primer par de patas tiene una muesca con pelo que se usa para limpiar las antenas. El tercer par de patas es de particular importancia en las obreras de las abejas sin aguijón, porque la tibia forma la cesta de polen o corbícula. La corbícula es una amplia expansión de la tibia; es ligeramente cóncavo con pelos curvos a lo largo del borde para ayudar a mantener la carga en su lugar. La cara interna del basitarso en la tercera pata está cubierta de cerdas cortas y gruesas, que separan el polen del cuerpo de la abeja y lo transfieren a las corbículas (Quezada-Euán, 2018).

En el borde distal de la corbícula, un grupo de cerdas rígidas cortas se conoce como rastrillo de polen o rastellum, el rastrillo de polen se usa durante la

transferencia de polen de las piernas a las corbículas. El rastellum está ausente en los géneros cleptobióticos y menos desarrollado en los Meliponini de África (Wille, 1979). El penicillium, es una estructura en forma de cepillo de cerdas rígidas, se encuentra en el borde interno apical de la corbícula y es exclusivo de las abejas sin aguijón (Wille, 1979). En los géneros de especies cleptobióticas, el penicillum se reduce considerablemente; a los machos y reinas de todas las especies también les falta, ya que es una estructura específica para la colecta de polen (Quezada-Euán, 2018).

El polen adherido al cuerpo de la abeja se cepilla con las dos primeras patas. Luego se transfiere de la segunda a la tercera pata del mismo lado, pasando la segunda pata entre el espacio formado por el penicillum y el basitarso. Debido a la curvatura del penicillum, el polen se empuja hacia el interior de la corbícula para formar gránulos. Las abejas sin aguijón no presentan un aparato de prensa de polen en el basitarso como las abejas melíferas (Wille 1979).

Las alas de las abejas son estructuras membranosas, que se encuentran en pares a cada lado del cuerpo. Cada par está formado por un ala delantera grande y un ala trasera un poco más pequeña. Las alas tienen venas que actúan como soporte mecánico para su fina estructura. Los espacios entre las diferentes venas se llaman células del ala (Francoy *et al.*, 2011). El vuelo se produce por la acción de dos conjuntos de músculos que se encuentran en pares dentro del mesosoma, estos músculos actúan para generar la energía y el movimiento necesarios para el vuelo. Gracias a la cutícula elástica entre sus segmentos, el mesosoma puede expandirse y contraerse alternativamente (Dade, 1985).

Los músculos longitudinales tiran del mesosoma de adelante hacia atrás y los músculos verticales lo tiran dorsoventralmente. Las bases de las alas se insertan en una ranura del tórax y mediante los movimientos alternativos de los músculos, las alas se empujan hacia arriba y hacia abajo. La contracción dorsoventral eleva las alas y la contracción longitudinal las voltea hacia abajo. Los músculos se

contraen y se relajan a una velocidad muy alta (200-250 latidos por segundo), elevando y empujando las alas hacia abajo en movimientos alternativos, creando el golpe necesario para el vuelo (Dade, 1985).

Los músculos mesosómicos producen una gran cantidad de energía durante la contracción (Winston, 1987). Durante el vuelo, el ala delantera y el ala trasera forman una unidad funcional. Esto se logra por medio de un canal en el margen posterior del ala anterior y un conjunto de ganchos denominados *hamuli*, en el borde frontal del ala trasera. Cuando la abeja expande sus alas en preparación para el vuelo, los *hamuli* en el ala trasera se abrochan en el canal delantero, convirtiéndose efectivamente en una estructura.

A través de este mecanismo, la abeja puede aumentar la superficie y la fuerza de las alas, para un vuelo más poderoso (Dade, 1985). En los Meliponini, se ha encontrado que el número de *hamuli* en las diferentes especies se correlaciona con la masa corporal en lugar de la longitud del ala. Las abejas sin aguijón no *Melipona* generalmente tienen entre 4 y 10 *hamuli*, mientras que las especies *Melipona* tienen entre 8 y 16. Las reinas tienen menos *hamuli* en comparación con los zánganos y las obreras (Schwarz, 1948). Esto probablemente se deba a sus bajos requisitos para vuelos continuos y largos, en comparación con los otros individuos.

3.2.3 Metasoma.

La mayoría de los órganos y sistemas de la abeja se encuentran en el metasoma o abdomen. El metasoma está formado por nueve segmentos, cada uno con una placa dorsal (térpigo) y ventral (esternita). A diferencia del tórax, el abdomen de la abeja puede expandirse notablemente debido a las membranas elásticas entre las placas. En la abeja sin aguijón adulta, solo los segmentos A2 – A7 son visibles desde el exterior. El segmento A1 se ha movido hacia el mesosoma para formar el propodeo y los segmentos A8 a A10 están ubicados internamente en el abdomen, algunos de ellos son parte del aguijón vestigial (Quezada-Euán, 2018).

El tracto digestivo se extiende desde la probóscide en la cabeza hasta el metasoma. En el abdomen, el tracto digestivo es la continuación del esófago, un tubo largo y delgado que se extiende desde la cabeza a través del tórax. En la cavidad abdominal, el esófago se expande para formar un saco llamado estómago de la miel o buche melario, éste no tiene una función digestiva, solo actúa como un depósito para el néctar. El estómago de la miel está separado del estómago verdadero por un esfínter llamado proventrículo, que controla el paso del polen y otros sólidos del estómago de la miel (Figura 6) (Dade, 1985; Quezada-Euán, 2018).

El estómago verdadero o ventrículo es un tubo muscular grueso segmentado donde tiene lugar la digestión. Después del ventrículo, se encuentra un tubo más delgado llamado intestino corto o íleon. En la inserción entre el ventrículo y el íleon, una serie de túbulos, llamados túbulos de Malpighi, se unen al tracto digestivo. Los túbulos de Malpighi están involucrados en el proceso de eliminación de los desechos metabólicos de la hemolinfa. En los túbulos, los residuos metabólicos y el líquido absorbido por la hemolinfa forman la orina primaria que se vierte en el íleon (Wille 1979).

Después del íleon, la última sección del intestino es el recto. Este es un gran saco donde los residuos de la digestión y la hemolinfa se acumulan para producir las heces. Las abejas sin aguijón en contraste con las abejas defecan dentro de la colonia. El aguijón vestigial se encuentra en la última porción del abdomen (Quezada-Euán, 2018).

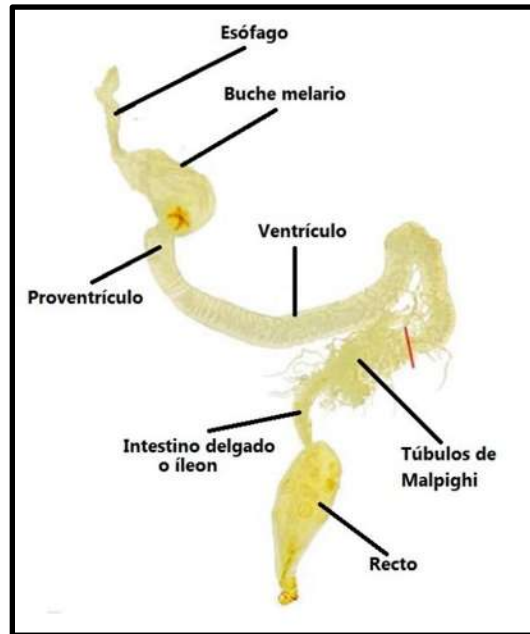


Figura 6. Anatomía simplificada de un Meliponino: Metasoma: Tracto digestivo. Modificado de Quezada-Euán, 2018.

3.3. Biología de la tribu Meliponini

3.3.1. Los individuos que componen la colonia

Dentro de las colonias de abejas sin aguijón, existen individuos machos y hembras, con tres castas bien diferenciadas: la reina, los zánganos y las obreras. La reina es normalmente la única hembra reproductora, aunque en algunas especies de Meliponinos, es normal que se encuentren dos o más reinas funcionales. El mayor porcentaje poblacional lo constituyen las obreras, que son las encargadas de la construcción, alimentación de reinas y larvas, protección a la colonia y acopio de recursos florales; por último, se encuentran los zánganos, que son la parte masculina reproductora de la colonia, que en algunos casos, pueden desempeñar labores de termorregulación, maduración de la miel y producción de cera (Quezada-Euán, 2005).

A diferencia de las reinas de abejas melíferas, que se aparean con múltiples machos (poliandria), las reinas Meliponinos se aparean con un solo zángano (monoandria); de esta manera, todas las obreras dentro de una colonia son hermanas completas y no existen subfamilias, excepto cuando la reina madre es

sustituida y convivan temporalmente obreras hijas de diferentes reinas (Quezada-Euán *et al.*, 2018).

En los himenópteros, la determinación del sexo es el resultado de un sistema haplodiploide. Las hembras (reinas y obreras) se desarrollan a partir de huevos fecundados, poseen dos juegos de cromosomas, por lo tanto, son individuos diploides ($2n$); los machos, en cambio, se desarrollan a partir de huevos no fecundados, solo tienen un conjunto de cromosomas de la especie, por lo que son individuos haploides (n). Este modo de reproducción en el que los machos se producen a partir de huevos no fertilizados se conoce como partenogénesis (Quezada-Euán, 2018).

Las abejas sin aguijón poseen un sistema de alimentación de las larvas que se conoce como alimentación en masa, esta consiste en que las crías se desarrollan en celdas operculadas, sin existir contacto con las abejas nodrizas, estas se limitan únicamente a aprovisionar las celdas de todo el alimento que las larvas necesitarán durante su desarrollo. Una de las formas de producción de castas es precisamente por efecto de la cantidad de alimento larval que reciben las larvas hembras, así, las larvas se desarrollan en celdas de mayor tamaño, reciben una mayor cantidad de alimento y se convierten en reinas; lo que se conoce como determinación de castas por vía trófica (Quezada-Euán *et al.*, 2018).

En otras especies de Meliponinos, como *Frieseomelitta nigra*, la producción de reinas ocurre porque las larvas obreras rompen las paredes de dos celdas de cría contiguas, de forma que las larvas entran en contacto, ocurre una lucha entre las dos y la que prevalece, se queda con el aprovisionamiento extra de alimento, gracias a esto se convierte en reina (Quezada-Euán *et al.*, 2018).

Un tercer sistema de producción de castas es el trófico-genético, exclusivo del género *Melipona*, de acuerdo con Kerr (1950), 2 pares de genes y sus alelos están involucrados en la determinación del sexo; las reinas de *Melipona* se producen

cuando estos genes se encuentran de forma heterocigota, además de esta condición, es necesario que las larvas se encuentren en condiciones de alimentación abundante; de no ser así, aun siendo genéticamente reinas, una larva puede no desarrollarse correctamente como reina (Quezada-Euán *et al.*, 2018).

3.3.2. Comportamiento eusocial y anidación de los Meliponini.

Aunque la mayoría de las especies de abejas en el mundo son solitarias, solo un reducido grupo de especies ha evolucionado en diferentes estilos de vida social, desde un comportamiento primitivo hasta el altamente social o la eusocialidad (Michener, 1974). En el nivel más alto de eusocialidad se encuentran dos grupos de abejas: las abejas melíferas y las abejas sin aguijón. En las abejas altamente eusociales se presentan los siguientes rasgos: diferenciación morfológica y fisiológica entre hembras (castas reproductivas), división del trabajo con trabajo cooperativo, colonias donde conviven individuos de diferentes generaciones y reproducción por enjambre (Michener, 1974).

Al igual que la abeja melífera, las diversas tareas que realizan las abejas sin aguijón a lo largo de su vida se pueden dividir en actividades dentro y fuera de la colonia. También hay una fase intermedia en la que los trabajadores realizan vuelos de vigilancia y orientación antes de dedicarse a actividades externas (Michener, 1974). Kerr *et al.* (1996) han observado que las abejas obreras recién emergidas realizan actividades en el centro del nido de cría; conforme su edad avanza, van desarrollando otras actividades en la periferia del nido, hasta realizar actividades fuera, como la colecta de néctar, polen, resinas, agua y otros materiales para la construcción.

Al día 1 de su nacimiento, las obreras se acicalan y solicitan alimento a las obreras de mayor edad; de 1 a 5 días, realizan incubación de cría, manipulación de cerumen para la construcción de pilares y al final de este periodo, se observa la producción de cera; del día 6 al 8, continúan con la manipulación del cerumen,

destruyen capullos de donde otras obreras han nacido, algunas inician con actividades en atención a la reina (Quezada-Euán *et al.*, 2018b).

Del día 9 al 11 de edad, continúan con la manipulación del cerumen, construyen celdas y limpian el área de cría, ofrecen alimento a la reina; del día 11 al 21, en menor proporción continúa la manipulación de cerumen, construyen potes de alimento, celdas para cría y láminas de involucro, posteriormente inician con actividades fuera del área de cría, como la recolección de basura para depositarla en los basureros; del día 20 al 26, comienzan a interactuar con las abejas colectoras de néctar de las áreas cercanas a la entrada del nido, recibiendo el néctar (Quezada-Euán, 2018b).

Del día 27 al 33, realizan la recepción y deshidratación del néctar, así como la formación de pelotas de basura para ser retiradas del nido. Realizan actividades de guardianas e inician vuelos retirando pelotas de basura; del día 33 en adelante, la mayoría de las abejas se desempeñan como pecoreadoras, encargándose de la recolección de néctar, polen y materiales de construcción como resinas y barro (Quezada-Euán *et al.*, 2018b).

El néctar que las abejas coleccionan de las flores, es recibido por otras obreras dentro del nido, posteriormente es depositado en potes de cerumen para luego ser deshidratado por ventilación. Las obreras ingieren y regurgitan de forma repetida la gota de néctar que reciben, de esta manera, logran disminuir la cantidad de humedad, hasta obtener la cantidad de azúcares propias de la miel de la especie correspondiente (Quezada-Euán *et al.*, 2018b).

El polen es un polvillo muy fino que producen las plantas espermatofitas, está formado de gránulos microscópicos, cada uno de los cuales contiene un microgametofito masculino, necesario para la reproducción de las plantas fanerógamas; es decir, el polen son las células espermáticas del reino vegetal. Las abejas lo utilizan como fuente de proteína y en su incesante contacto con las

flores, contribuyen a la fecundación de gran diversidad de flores para la producción de frutas y semillas (Quezada-Euán, 2018c).

Millones de años de evolución les han conferido variedad de características específicas ya sea morfológicas o de comportamiento dependiendo la especie en particular, de tal manera que las abejas sin aguijón pueden construir las estructuras internas y externas de sus nidos con variedad de materiales, ya sean los producidos por sí mismas, como la cera, o materiales que recolectan del medio, como resinas y barro (Roubik, 2006). La figura 7 esquematiza las principales estructuras que se encuentran en los nidos de Meliponinos.

La cera es producida por las abejas jóvenes en los cuatro pares de glándulas cerígenas ubicadas en la región dorsal del abdomen, como la producción de cera requiere gasto de energía para las abejas, no se utiliza de forma pura en la construcción de estructuras, el propóleo está formado por las resinas y gomas que las abejas colectan de secreciones o exudados de plantas y árboles; el cerumen es la mezcla de cera y propóleo a diferentes proporciones, es el principal material para la construcción (Quezada-Euán, 2018d).

Dependiendo de la cantidad de cera utilizada en la mezcla, el cerumen podrá contener menos cera y más resinas, ser de un color café oscuro de consistencia quebradiza, que será comúnmente utilizado en el orificio de entrada, galerías de acceso al nido y pilares; por el contrario, un cerumen que contenga mayor cantidad de cera y menos propóleo, será suave, maleable y de color café claro, comúnmente utilizado en la construcción de estructuras internas como involucro, celdas de cría y potes de almacenamiento de provisiones (Quezada-Euán, 2018d).

Algunas especies del género *Melipona* colectan también barro, que mezclan con propóleo para formar geopropóleo, utilizado principalmente para construir el batumen, estructura que delimita el espacio que ocupará el nido dentro de una cavidad y para la entrada al nido (Roubik, 2006; Quezada-Euán, 2018d).

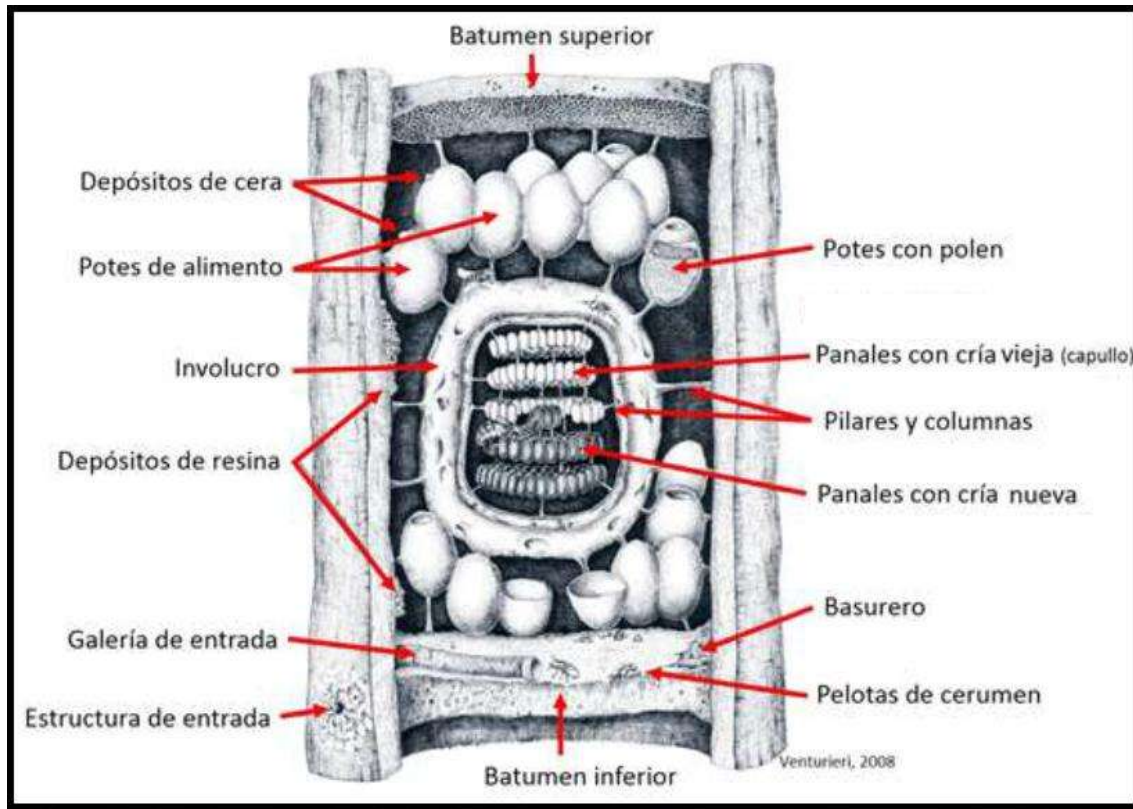


Figura 7. Estructuras internas y externas de un nido de meliponinos. Tomado de Venturieri (2008).

Las estructuras de entrada del nido varían en su forma, tamaño y materiales utilizados por las diferentes especies de meliponinos, algunas especies como *Nannotrigona perilampoides* cierran la entrada de noche y la abren por la mañana (Roubik, 2006). Según su forma y apariencia, las estructuras de entrada pueden presentar las siguientes características:

Entradas radiadas, como una figura parecida a una flor irregular o una figura radiada en forma de sol, construida de geopropóleos, especies como *Melipona beecheii* y *M. yucatanica* presentan este tipo de entrada; entradas cónicas o tubulares hechas de cerumen, algunas de color claro y maleable o de color más oscuro y quebradizo, especies como *Nannotrigona perilampoides*, *Scaptotrigona hellwegeri*, *Geotrigona acapulconis* y *Lestrimelitta chamelensis* construyen este tipo de estructuras para el acceso a sus nidos; entradas poco aparentes o inconspicuas, sin formaciones radiadas o tubulares, solo presentan una pequeña

cantidad de resinas en la entrada, especies como *Frieseomelitta nigra*, *Cephalotrigona zexmeniae* y *Trigonisca maya* construyen entradas de este tipo (Roubik, 2006)

La galería de entrada es una estructura tubular que comunica el orificio de entrada con la cámara de cría, es un mecanismo de defensa muy importante en el nido, su longitud y diámetro varían en cada especie. El batumen es una estructura sólida que las abejas construyen para delimitar el espacio que será ocupado por el nido dentro de una cavidad, es elaborada con una mezcla de cerumen, barro, fibras vegetales y hasta semillas, desempeña un papel fundamental en la termorregulación de la colonia (Venturieri, 2008).

Los pilares y columnas son una red que construyen las abejas para asegurar y mantener fijo el panal de cría, el involucro, los potes de alimento y en general todas las estructuras internas del nido. Las celdas de cría son construidas con cerumen, pueden disponerse en forma de panales horizontales, helicoidales o de forma aislada como racimo (Quezada-Euán *et al.*, 2018d).

Los potes de almacenamiento de miel y polen son construidos a base de cerumen y se ubican fuera del área de cría, ambas provisiones son almacenadas de forma separada, la forma de los potes de alimento también varía con cada especie, pudiendo ser esféricos, ovoides, cilíndricos o de forma irregular (Nogueira-Neto, 1997). El involucro es una estructura formada de cerumen en láminas, que favorece la regulación de la temperatura en el área de cría; esta estructura está presente en prácticamente todas las especies que construyen panales de cría y ausente en especies cuya cría está dispuesta en forma de racimo (Quezada-Euán *et al.*, 2018d).

Las obreras depositan alimento en las celdas y la reina ovoposita sobre este alimento, después la celda es operculada por las adultas, cuando la cría alcanza su etapa de pupa, ya terminó de tejer su capullo, entonces las obreras retiran el cerumen que la contenía y lo reutilizan en otras estructuras, de esta manera las

pupas quedan solamente con su capullo, por tal motivo a esta cría se le conoce como “cría en capullo”, y son más claras que las celdas que contienen cría joven, donde se conserva todavía el cerumen (Roubik, 2006).

Las abejas sin aguijón pueden acondicionar según sus necesidades casi cualquier cavidad que encuentren disponible, sea en árboles, piso, paredes, tumbas en cementerios (Nates-Parra *et al.*, 2006) hasta nidos abandonados de escarabajos, termitas y hormigas, pueden anidar de forma subterránea o en nidos completamente expuestos, pendientes de las ramas de los árboles (*Paratrigona*); existen especies que no utilizan polen como fuente de proteína y en su lugar, muestran hábitos necrófagos *Trigona necrophaga*, *T. crassipes* y *T. hipogea*.

3.4. Importancia ecológica de los Meliponini

Las abejas nativas son las mayores visitantes de variedad de plantas con flor en los trópicos (Heard, 1999; Bartelli *et al.*, 2014), de ellas depende la reproducción de infinidad de plantas que, sin el servicio de polinización que reciben de las abejas, no serían capaces de reproducirse por sí mismas (Gleiciani y Campos, 2014).

La polinización es esencial para el mantenimiento de las poblaciones de plantas mundiales; aproximadamente 250,000 especies de plantas con flores han sido catalogadas, la mayoría de las cuales son polinizadas por animales (França *et al.*, 2017). Al jugar un papel determinante en la polinización, las abejas se convierten en una pieza clave en la regeneración e integridad de los ecosistemas, lo que las hace un grupo indispensable para el funcionamiento de los ecosistemas tropicales (Pimentel *et al.*, 2014).

Diversas especies de plantas, tanto silvestres como cultivos para la alimentación, depende directamente de la polinización (Gleiciani y Campos, 2014; Pimentel *et al.*, 2014), son además los polinizadores más eficientes, ya que pueden penetrar más profundamente en la flor (Chidi y Odo, 2017). La FAO (2003), estimó que más

del 75% de los principales cultivos mundiales, y el 80% de todas las especies de plantas con flores dependen de polinizadores animales; de estos, el 73% son abejas.

Las abejas sin aguijón colectan néctar y polen de variedad de plantas. Un solo individuo puede colectar recursos de más de 100 especies de plantas en un año. De forma temporal, los individuos de una colonia de abejas sin aguijón tienden a especializarse en una sola especie floral durante cierto periodo de tiempo, lo que suele ser llamado 'Constancia de la flor' misma que conduce a un apareamiento variado de las plantas visitadas, se desperdicia menos polen debido a la transferencia selectiva dentro de una especie, evitando que polen no específico alcance el estigma de la flor, evitando también la competencia de polen y la obstrucción del estigma. De acuerdo con Chidi y Odo (2017), el hecho de que las abejas sin aguijón sean generalistas a nivel de colonia, pero especialistas en lo individual, las convierte en buenos polinizadores.

Las abejas en particular, son las más especializadas, debido a su variedad de adaptaciones morfológicas para recolectar, manipular, transportar y almacenar el polen de manera eficiente (por ejemplo, diferentes tipos de lenguas, corbículas o escopa, entre otros) (Gleiciani y Campos, 2014). La polinización por las abejas aumenta indirectamente los ingresos de los productores, proporciona alimentos de calidad que influyen directamente en la salud y el bienestar de las poblaciones humanas (França *et al*, 2017).

Al carecer de un aguijón funcional y no poder picar, facilita la gestión y uso en condiciones confinadas, como los invernaderos (Bartelli *et al.*, 2014; Jaffé *et al.*, 2015), resultando en mayor producción por planta, logrando calidad y uniformidad en los frutos (Pereira, 2015).

3.5. Importancia cultural de las abejas sin aguijón

Diversas culturas en Mesoamérica cultivaron las abejas sin aguijón con el fin de obtener su miel, pero fueron los mayas quienes lograron cultivarlas de forma sistemática, e idearon un método de crianza a través de la colmena maya tradicional; troncos ahuecados artificialmente, de aproximadamente 60 cm. de largo por 40 cm. de diámetro, denominados jobones, que mantenían cerca de sus casas donde las cuidaban (Cauich *et al.*, 2015).

El cultivo de la miel de abejas sin aguijón fue fundamental en el desarrollo social y religioso de esta cultura, Van Veen, (2014) menciona que la miel era utilizada en rituales locales, actos festivos, diversas ceremonias y rituales específicos de cosechas de miel y maíz, además de fabricar con ella una bebida alcohólica llamada “balche”, hidromiel ofrecida al dios Ah Muzen Cab, deidad venerada por los mayas para que cuidara sus nidos y colmenas, debido a la delicadeza requerida en todas las actividades de cría y recolección (Ocampo-Rosales, 2013).

En los tiempos de la conquista de México por los españoles, hacia el año 1400-1500 d.C. los mayas eran los principales productores de miel en Yucatán y Centroamérica, Negrín (2016) menciona que la miel era su único edulcorante, pero fue desplazado por la instauración de ingenios azucareros en la región maya. Del mismo modo, las abejas sin aguijón fueron sustituidas paulatinamente por las abejas *Apis*, especies introducidas y apreciadas por su carácter productivo aunque defensivo, compitiendo con las abejas nativas por sitios de anidación y alimento, al punto de ser una de las principales amenazas para su supervivencia (Razo, 2015).

3.6. La miel de abejas sin aguijón

A la crianza y manejo de abejas sin aguijón, meliponinos o abejas nativas, clasificadas taxonómicamente dentro de la tribu Meliponini (Hymenoptera, Apidae), se le denomina Meliponicultura, término propuesto por primera vez en Brasil por Nogueira en 1953 (Nates-Parra y Rosso, 2013), la principal razón por la que se cultivaron las abejas sin aguijón fue por la producción de miel, dada la importancia

cultural que adquirió y las propiedades medicinales que se le atribuyeron, incorporando estos saberes a las prácticas de sanación que los curanderos del área maya continúan ejerciendo (Cahuich y Flores, 2014; Negrín, 2016).

La miel es una compleja mezcla de carbohidratos y de compuestos mínimos producidos en la naturaleza, Ulloa *et al.* (2010) define a la miel como: “La sustancia producida por las abejas y otros insectos sociales, a partir del néctar o melazas que ellas recolectan sobre plantas vivas y que transforman o elaboran mediante evaporación de agua y acción de enzimas segregadas por ellas, quedando almacenada en los alvéolos o celdillas de los panales”. La miel se produce en casi todos los países del mundo y se considera un importante alimento energético y su composición química es dependiente en gran medida de los tipos de flores utilizadas por las abejas, así como también, por las condiciones regionales y climáticas.

La abeja sin aguijón recoge el néctar y el polen de variedad de plantas medicinales con pequeñas flores que no son visitadas por *Apis* (Devanesan *et al.*, 2017), por tal motivo, su miel presenta propiedades curativas únicas, por sus efectos antibacterianos, antifúngicos, antitumorales y cicatrizantes (Dias *et al.*, 2017), por ello, ha sido empleada en la medicina tradicional maya, transmitida por generaciones a través de las prácticas de sanación para tratar enfermedades como: conjuntivitis infecciosa y traumática, úlceras oculares, enrojecimiento de los ojos, tos, bronquitis, laringitis, sinusitis, inflamación de hemorroides (Cauich *et al.*, 2015), pterigios, cataratas, úlceras en la boca, problemas urinarios, prevención de hemorragias, dolores postparto (Aguillón *et al.*, 2015), fiebre, trastornos digestivos y respiratorios (Ocampo-Rosales, 2013), resfriado, fatiga muscular, esguinces, lesiones (Reyes *et al.*, 2014), alergia, asma, sangrado de la garganta, impurezas de la sangre, forúnculos, e incluso el cáncer (Devanesan *et al.*, 2017).

3.7. Disminución de las abejas sin aguijón y su conservación

Pese a la importancia de las abejas nativas, actualmente las poblaciones de estos insectos benéficos se encuentran amenazadas, principalmente por la pérdida de

su hábitat asociada a la deforestación presente en todo el mundo, en su mayoría relacionada con causas de origen antropogénico como lo son: el uso inapropiado de pesticidas y agroquímicos (Giannini *et al.*, 2014; França *et al.*, 2017), el cambio climático global (García *et al.*, 2015).

Tiene influencia la introducción de otros polinizadores, principalmente *Apis mellifera* (Valido *et al.*, 2014), que compiten con los meliponinos por espacios para la anidación y fuentes de néctar, polen y resinas, así como el cambio del uso de la tierra a monocultivos, asociados con la intensificación agrícola (Goulson *et al.*, 2015) y la producción de pastizales para la ganadería (Mas *et al.*, 2017), la degradación de su hábitat causado por asentamientos humanos, aunado a prácticas extractivas insostenibles para la obtención de su miel y cera, principalmente, dificultan encontrar sitios de nidificación y alimento (Reyes *et al.*, 2014).

Lebuhn *et al.* (2013), a su vez reporta que como resultado, las poblaciones de insectos polinizadores pueden reducirse en casi un 50% antes de que se puedan detectar evidencias de una disminución, por lo que la velocidad de disminución no puede ser calculada con exactitud. Esta disminución está afectando los servicios ecosistémicos, por lo que es urgente desarrollar acciones de preservación de las especies en peligro (Yurrita *et al.*, 2016).

Los estudios apifaunísticos y sobre la biología de los meliponinos, son el primer paso hacia el desarrollo de estrategias adecuadas de manejo y conservación de estos insectos y los beneficios ecosistémicos que proveen (Gleiciani y Campos, 2014), del mismo modo, conocer la biología y comportamiento en las diferentes especies, son claves para proporcionar a las abejas el alojamiento y manejo adecuados que permitan el aprovechamiento sustentable de estas especies (Venturieri, 2008).

IV. OBJETIVOS

4.1. Generales

- a) Documentar el conocimiento que los pobladores del municipio guardan sobre estas especies y las interacciones que presentan.
- b) Identificar taxonómicamente a las abejas nativas sin aguijón presentes en el municipio de Carácuaro, Michoacán.

4.2. Específicos

- a) Documentar la diversidad y distribución actual de abejas sin aguijón en el municipio de Carácuaro, Michoacán.
- b) Determinar cuál es la especie de abeja sin aguijón con mayor abundancia en el municipio de Carácuaro, Michoacán.
- b) Crear una colección entomológica de las abejas sin aguijón de Carácuaro, Michoacán.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en el municipio de Carácuaro, cuya toponimia significa "Lugar de cuesta" (Martínez, 2012), se localiza al suroeste del estado de Michoacán de Ocampo, entre los paralelos 18°48' y 19°12' de latitud norte; los meridianos 100°51' y 101°14' de longitud oeste; altitud entre 400 y 1 600 msnm. La temperatura oscila entre los 22 – 28°C, precipitación pluvial de 700 – 1,000 mm. Se encuentra ubicado en la región de Tierra Caliente, por ello el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (71.18%) y semiseco cálido y muy cálido (28.82%) (INEGI, 2009), se localiza a 135 km de la capital Morelia.

Colinda al norte con los municipios de Nocupétaro, Madero y Tiquicheo de Nicolás Romero; al este con los municipios de Tiquicheo de Nicolás Romero y Huetamo; al sur con los municipios de Huetamo y Turicato; al oeste con los municipios de Turicato y Nocupétaro (Figura 8), ocupa el 1.57% de la superficie del estado. Carácuaro se encuentra dentro de la cuenca del río Balsas, la vegetación que mejor representa esta región es la selva baja caducifolia (65.86%), aunque también cuenta con pastizal (19.08%) y bosque (4.56%), el uso del suelo comprende superficie dedicada a la agricultura (10.22%) y zona urbana (0.28%) (INEGI, 2009).

El municipio de Carácuaro cuenta con 183 localidades y una extensión de 917.78 Km², posee una densidad de población de 10.3 hab/km², considerando que la población total del municipio es de 9,485 personas, lo que representa el 0.2% de la población total del estado, con una relación hombres-mujeres de 98.8; la tasa de alfabetización en edades de 15 a 24 años es del 96% y de 71.7% en personas mayores de 25 años. El 24.3% de la población no cursó algún grado escolar, mientras que el 55.9% cursó únicamente la educación básica, solo un 19.6% cursó la educación media superior y superior (INEGI, 2015). El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio es de 5.3, frente al 7.4 reportado a nivel estatal (CONEVAL, 2010).

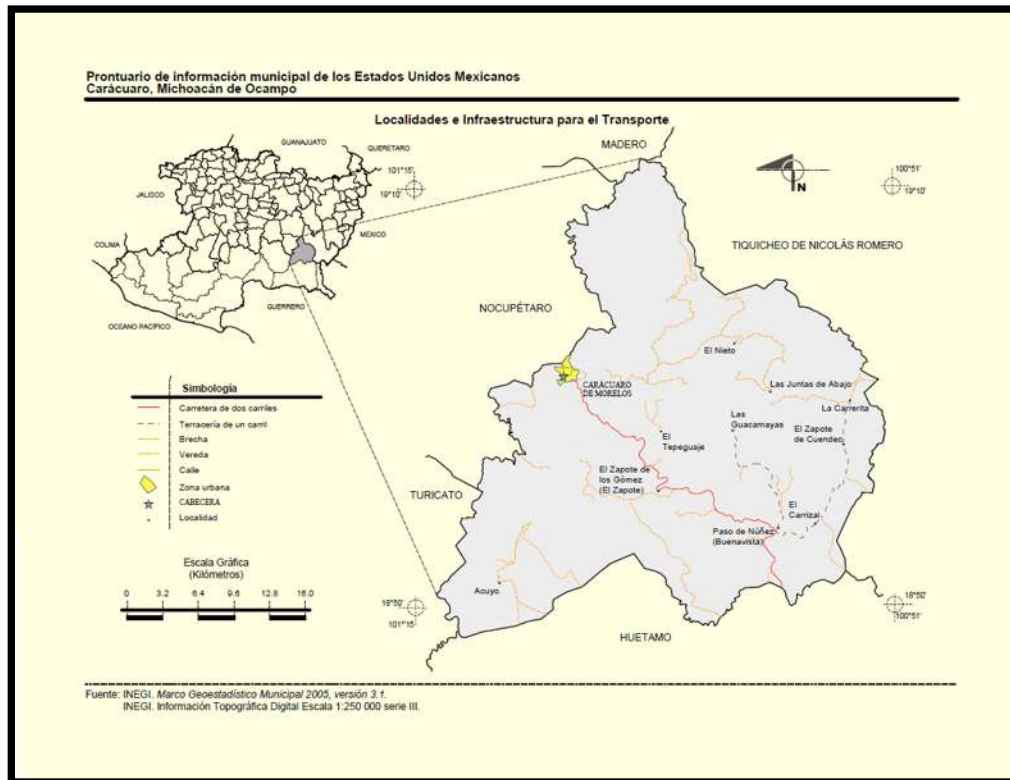


Figura 8. Ubicación geográfica del Municipio de Carácuaro en el estado de Michoacán (INEGI, 2009).

Las actividades económicas de la población están en su mayoría relacionadas con el sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca) con un 54.78%, seguido del sector terciario (transporte, gobierno y otros servicios) con un 24.94%, el tercer lugar lo ocupa el sector comercio con un 8.62% (Martínez, 2012).

5.2. Metodología

Se precisó un espacio en la Asamblea General Anual de la Asociación Ganadera Local del Municipio de Carácuaro, Michoacán, en el año 2018, donde se comunicaron los objetivos del proyecto y se compartieron imágenes de las abejas sin aguijón a los asistentes, quienes eran ganaderos propietarios y/o trabajadores de predios en la región. Se mantuvo contacto con los asistentes que manifestaron conocer o haber observado (recientemente o no) nidos de abejas sin aguijón, siendo ellos los primeros a quienes se les aplicó una encuesta estructurada (Apéndice A), cuyas respuestas llevaron a la identificación de nidos silvestres de abejas sin aguijón y a la referencia de más pobladores idóneos para encuestar.

Por ello, este apartado se divide en la metodología relacionada con las encuestas y en la utilizada para el muestreo de abejas sin aguijón, así como su identificación taxonómica.

5.2.1. Encuestas

La encuesta se elaboró con 34 preguntas orientadas a obtener información sobre el conocimiento que guardan sobre las abejas sin aguijón, el uso de sus productos, su percepción de la disminución y la naturaleza del acercamiento que han tenido con estas especies. Las encuestas se llevaron a cabo entre los meses de septiembre de 2018 y junio de 2019, en 10 localidades del municipio de Carácuaro (Figura 9), siendo estas localidades aquellas donde habitan los asistentes que manifestaron conocer o haber observado nidos de abejas sin aguijón.

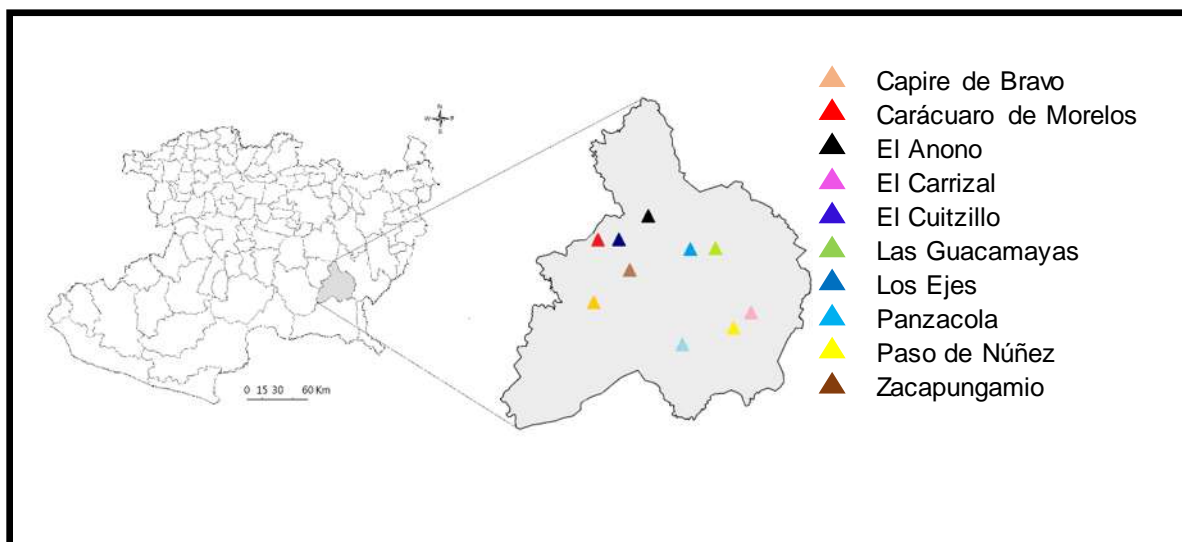


Figura 9. Localidades donde se llevaron a cabo las encuestas. Elaboración propia basado en INEGI, 2009.

Una vez obtenidas las encuestas, se elaboró una base de datos en hoja de cálculo de Microsoft Excel, donde se codificaron las respuestas de forma alfanumérica para posibilitar su análisis con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

5.2.2. Muestreos

Los encuestados orientaron sobre la posible localización de nidos de abejas sin aguijón, por ello se realizaron visitas de campo a 13 localidades del municipio de Carácuaro (Figura 10), en cada día de colecta, se trabajó entre las 10:00 y las 15:00 horas, para aprovechar las horas de mayor actividad de las colonias de abejas (Quezada-Euán *et al.*, 2018). Una vez ubicado un nido, se georeferenció desde el lugar más preciso posible con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

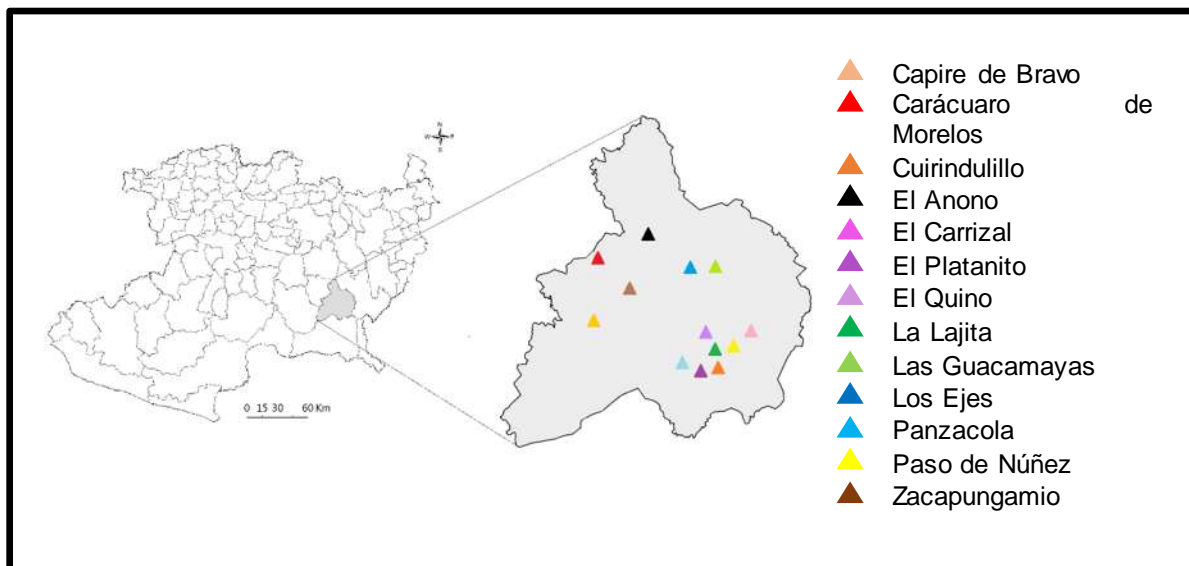


Figura 10. Localidades donde se llevaron a cabo los muestreos. Elaboración propia basado en INEGI, 2009.

Con la finalidad de obtener únicamente las abejas sin aguijón objeto de este estudio, se optó por un método de colecta directa en cada uno de los nidos, aprovechando la forma de las entradas de estos y con el propósito de no dañar a toda la colonia en el proceso, se introdujo en la entrada del nido la punta de una brocha de uso cosmético, cuyo mango era de 10 cm de largo y sus cerdas de 3 cm, quedando atrapadas entre estas, de 2 y 6 abejas (Figura 11), inmediatamente se introdujo a los especímenes en un frasco de boca ancha con solución letal de alcohol al 70%, cada muestra se etiquetó con los datos: ID, fecha, localidad, geoposición, antigüedad aproximada del nido, hábitat y colector, a la vez que se capturaba una fotografía de la entrada al nido (Apéndice B).



*Figura 11. Método de colecta directa con brocha cosmética.
Fotografía propia.*

4.2.2.1. Montaje de ejemplares

En las instalaciones del laboratorio de Entomología de la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” perteneciente a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en la ciudad de Uruapan, Michoacán, con la asesoría de la entomóloga Ana Celestina Juárez Gutiérrez, se llevó a cabo el montaje de los especímenes sobre alfileres entomológicos con el método de doble montaje (Gómez y Jones, 2002). Para tal efecto, se seleccionó a dos individuos de cada frasco, al ser la cantidad de abejas mínima obtenida, tomando como criterio seleccionar los ejemplares que se encontraran en perfectas condiciones anatómicas.

El método de montaje de Gómez y Jones (2002) consiste en atravesar con el alfiler entomológico un pequeño triángulo de papel de 6 mm de largo por 2 mm en su parte ancha, posteriormente se dobla ligeramente hacia abajo la punta del triángulo para formar un pequeño pliegue, donde se fija el insecto al lado derecho del tórax con una pequeña gota de esmalte transparente para uñas (Figura 12). Posterior a este paso, se procedió a la identificación taxonómica de los individuos.

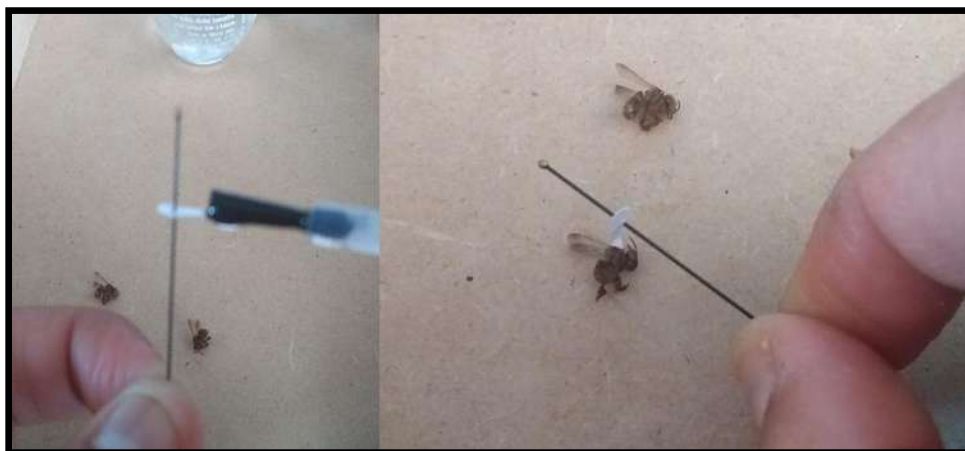


Figura 12. Método de doble montaje de Gómez y Jones (2002). Fotografía propia.

4.2.2.2. Identificación taxonómica

Con la ayuda de un microscopio óptico con calibración 40X, se observaron las diferentes estructuras anatómicas de los individuos y se compararon con las claves taxonómicas proporcionadas por Ayala (1999).

Posterior a la identificación, los alfileres se incrustaron en una capa de poliestireno expandido (Unicel) dentro de una caja entomológica (Figura 13) para su mejor conservación. Se elaboraron etiquetas de localidad (País, estado, municipio, localidad, georeferencia, hábitat, fecha y colector) y determinación (Orden, familia, género, especie y determinador) para cada uno de los ejemplares (Gómez y Jones, 2002).



Figura 13. Colección entomológica. Fotografía propia.

Con la información obtenida de los muestreos y la identificación taxonómica se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, donde se incluyeron los campos de: ID, fecha, especie, localidad, geoposición, antigüedad aproximada del nido, hábitat y colector. Estos datos se codificaron de forma alfanumérica para facilitar su análisis mediante estadística descriptiva.

VI. RESULTADOS

6.1. Encuestas

Se registró un Total de 41 encuestados, distribuidos en 10 localidades del municipio de Carácuaro, el 97.6% de la población encuestada fueron hombres y el 2.4% mujeres (Tabla 2), se determinaron 5 rangos para clasificar las edades de los encuestados (Tabla 3), que se encontraron entre los 25 y 84 años de edad, el 56% de la población encuestada se encontró entre los 61 a 84 años, con una edad promedio de 60 años. El 80% de los encuestados cursó únicamente el nivel primaria o menos y el 88% se dedican al trabajo en el campo.

Tabla 2

Distribución de los encuestados por sexo y localidad

Localidades encuestadas	Hombres	Mujeres	Total
Capire de Bravo	1		1
Carácuaro de Morelos	2		2
El Anono	2		2
El Carrizal	1		1
El Cuitzillo	1		1
Las Guacamayas	5	1	6
Los Ejes	6		6
Panzacola	2		2
Paso de Núñez	19		19
Zacapungamio	1		1
Total	40		40
Total %	97.6%	2.4%	100%

Tabla 3

Distribución de los encuestados por rangos de edad

Rangos de edad	Frecuencia	Porcentaje
25 - 36 años	1	2.4
37 - 48 años	10	24.4
49 - 60 años	8	19.5
61 - 72 años	11	26.8
73 - 84 años	11	26.8
Total	41	100

Todos los encuestados reconocen a la abeja *Apis mellifera*, ya sea por su alta producción de miel, su comportamiento defensivo (pican y dejan el aguijón) y/o por el Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana (NOM-002-ZOO-1994). Lograron describir desde 1 hasta 7 especies de abejas sin aguijón (Tabla 4), en

mayor porcentaje (24.39%) describieron 5 especies, en aspectos como tamaño, color, comportamiento y cantidad aproximada de miel producida por colonia.

Tabla 4

Número de especies de abejas sin aguijón descritas por los encuestados

Nº de especies	Frecuencia	Porcentaje
1	1	2.44
2	6	14.63
3	6	14.63
4	6	14.63
5	10	24.39
6	6	14.63
7	6	14.63
Total	41	100

La especie de abeja sin aguijón más conocida, descrita por el 97.6% de la población encuestada (Tabla 5) fue *Scaptotrigona hellwegeri* o abeja “bermeja”, fue descrita como una abeja inofensiva, de menor tamaño que *Apis mellifera*, de color pardo a naranja, que habita en huecos de árboles. La segunda especie mayormente descrita por el 92.70% de la población encuestada fue *Frieseomelitta nigra*, conocida localmente como abeja “zopilota”, de temperamento manso, de complexión más “delgada” que otras especies de abejas, de color completamente negro, a excepción de la punta de las alas donde exhibe un color blanco.

Tabla 5

Especies de abejas sin aguijón descritas por la población encuestada, por localidad

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		SH	FN	MF	GA	LC
Capire de Bravo	Recuento	1	1	1	1	0
	%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	2	2	1	1	1
	%	100.00%	100.00%	50.00%	50.00%	50.00%
El Anono	Recuento	2	2	1	1	2
	%	100.00%	100.00%	50.00%	50.00%	100.00%
El Carrizal	Recuento	1	1	1	1	1
	%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
El Cuitzillo	Recuento	1	1	0	0	0
	%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	6	6	3	5	1
	%	100.00%	100.00%	50.00%	83.30%	16.70%
Los Ejes	Recuento	6	6	5	5	4

	%	100.00%	100.00%	83.30%	83.30%	66.70%
Panzacola	Recuento	2	2	2	2	1
	%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	50.00%
Paso de	Recuento	18	16	13	10	5
Núñez	%	94.70%	84.20%	68.40%	52.60%	26.30%
Zacapun	Recuento	1	1	1	1	0
gamio	%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Totales	Recuento	40	38	28	27	15
	%	97.60%	92.70%	68.30%	65.90%	36.60%

Nota: SH = *Scaptotrigona hellwegeri*; FN = *Frieseomelitta nigra*; MF = *Melipona fasciata*; GA = *Geotrigona acapulconis*; LC = *Lestrimelitta chamelensis*.

Geotrigona acapulconis fue descrita como una abeja mansa, de color café a negro, que habita debajo de la tierra, cuya miel es especialmente apreciada por sus propiedades medicinales; de *Lestrimelitta chamelensis*, se mencionó su complexión delgada, color negro brillante y característico aroma a limón, por lo que es llamada localmente abeja “limoncilla”.

El 87.8% mencionó que la mayor importancia de las abejas nativas sin aguijón es la producción de miel, ya sea para consumo o para uso medicinal, mientras que únicamente el 36.6% citó la palabra “polinización” (Tabla 6).

Tabla 6

Percepción de los encuestados sobre la importancia de las abejas nativas sin aguijón

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		Producción de miel	Miel medicinal	Polinización	Otras
Capire de Bravo	Recuento	0	0	1	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	0	0	1	1
	%	0.00%	0.00%	50.00%	50.00%
El Anono	Recuento	1	1	1	0
	%	50.00%	50.00%	50.00%	0.00%
El Carrizal	Recuento	1	0	1	0
	%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%
El Cuitzillo	Recuento	0	0	1	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	5	1	1	0
	%	83.30%	16.70%	16.70%	0.00%
Los Ejes	Recuento	4	2	3	0
	%	66.70%	33.30%	50.00%	0.00%
Panzacola	Recuento	0	0	2	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
Paso de Núñez	Recuento	13	7	3	2

	%	68.40%	36.80%	15.80%	10.50%
Zacapungamio	Recuento	1	0	1	0
	%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%
Totales	Recuento	25	11	15	3
	%	61.00%	26.80%	36.60%	7.30%

Un 85.4% de la población encuestada percibe una disminución en la frecuencia y cantidad de abejas presentes en su entorno, entre las principales causas de disminución en las poblaciones de Meliponinos señaladas por los encuestados, se encuentran las fumigaciones, con un 19.50% de las respuestas, la aplicación intencional de diferentes venenos para hormigas en las entradas de los nidos (17.10%), así como el uso de herbicidas (17.10%) y pesticidas (14.60%) en la agricultura; el 19.50% de los encuestados manifestó desconocer completamente sobre causas de disminución, a su vez, un 34.20% de los encuestados mencionaron diferentes causas que no están relacionadas con esta problemática (Tabla 7).

Tabla 7
Causas de disminución de Meliponinos

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		DES	FM	VH	EX	HE	PE	OT
Capire de Bravo	Recuento	0	0	0	0	0	0	1
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	0	0	0	0	1	1	2
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	50.00%	100.00%
El Anono	Recuento	1	0	0	0	1	0	0
	%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%
El Carrizal	Recuento	0	0	0	0	0	0	1
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
El Cuitzillo	Recuento	0	0	0	0	0	1	1
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%
Las Guacamayas	Recuento	0	0	2	1	1	0	2
	%	0.00%	0.00%	33.30%	16.70%	16.70%	0.00%	33.30%
Los Ejes	Recuento	1	3	2	2	0	0	2
	%	16.70%	50.00%	33.30%	33.30%	0.00%	0.00%	16.70%
Panzacola	Recuento	0	1	0	1	0	0	1
	%	0.00%	50.00%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	50.00%
Paso de Núñez	Recuento	6	4	3	3	4	3	4
	%	31.60%	21.10%	15.80%	15.80%	21.10%	15.80%	15.80%
Zacapungamio	Recuento	0	0	0	0	0	1	0
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
Totales	Recuento	8	8	7	7	7	6	14
	%	19.50%	19.50%	17.10%	17.10%	17.10%	14.60%	34.20%

Nota: DES = Desconoce; F = Fumigaciones; VH = Veneno para hormigas; E = Extracciones; H = Herbicidas; P= Pesticidas; OT = Otras.

El 70.7% refirió además conocer la “cera” (cerumen) como el principal producto adicional a la miel, que se puede obtener de las abejas nativas (Tabla 8) y en un porcentaje menor (34.10%) se mencionó al polen. El 39.00% refirió que el principal uso de la cera era para fabricar velas y solo el 22.00% mencionó su uso en la reparación de los “guajes” (recipientes hechos de *Lagenaria siceraria*), empleados para almacenar diversos líquidos (Tabla 9).

Tabla 8

Otros productos adicionales a la miel, que se pueden obtener de las abejas nativas sin aguijón

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		Desconoce	Polen	Cera	Propóleo
Capire de Bravo	Recuento	0	1	1	0
	%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	0	1	1	1
	%	0.00%	50.00%	50.00%	50.00%
El Anono	Recuento	0	2	2	0
	%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
El Carrizal	Recuento	0	0	1	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
El Cuitzillo	Recuento	1	0	0	0
	%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	0	5	3	0
	%	0.00%	83.30%	50.00%	0.00%
Los Ejes	Recuento	0	4	5	0
	%	0.00%	66.70%	83.30%	0.00%
Panzacola	Recuento	0	0	2	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
Paso de Núñez	Recuento	6	1	13	0
	%	31.60%	5.30%	68.40%	0.00%
Zacapungamio	Recuento	0	0	1	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
Totales	Recuento	7	14	29	1
	%	17.10%	34.10%	70.70%	2.40%

Tabla 9

Diferentes usos que se le da a los productos de las abejas sin aguijón.

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		DES	CO	FV	MED	REP
Capire de Bravo	Recuento	0	0	1	1	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Carácuaro de	Recuento	0	1	1	0	0

Morelos	%	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%
El Anono	Recuento	0	1	0	0	1
	%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	50.00%
El Carrizal	Recuento	0	0	1	0	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
El Cuitzillo	Recuento	1	0	0	0	0
	%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	0	2	2	2	2
	%	0.00%	33.30%	33.30%	33.30%	33.30%
Los Ejes	Recuento	0	2	3	2	0
	%	0.00%	33.30%	50.00%	33.30%	0.00%
Panzacola	Recuento	0	0	0	0	2
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Paso de Núñez	Recuento	7	2	7	0	4
	%	36.80%	10.50%	36.80%	0.00%	21.10%
Zacapungamio	Recuento	0	0	1	0	0
	%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
Totales	Recuento	8	8	16	5	9
	%	19.50%	19.50%	39.00%	12.20%	22.00%

Nota: DES = Desconoce; CO = Consumo; FV = Fabricar velas; MED = Medicinal; REP = Reparaciones.

En aspectos relacionados al conocimiento de la biología de las especies, el 65.90% de la población encuestada describió los nidos de los Meliponinos con la conformación interior de pequeños “tarritos” elaborados con “cera” (Tabla 10), de una textura suave y que se podía comprimir fácilmente, ya sea rellenos con miel, “pasacuareta” (polen) o cría. De acuerdo con su experiencia, los encuestados refirieron que las abejas sin aguijón anidan en huecos de árboles (95.12%), mientras que solo el 46.34% mencionó que las abejas viven bajo tierra (Tabla 11).

Tabla 10

Percepción de los encuestados sobre la forma de los nidos de Meliponinos

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		Desconoce	Tarritos de “cera”	Otras formas
Capire de Bravo	Recuento	0	1	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	1	1	0
	%	50.00%	50.00%	0.00%
El Anono	Recuento	0	1	1
	%	0.00%	50.00%	50.00%
El Carrizal	Recuento	0	1	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
El Cuitzillo	Recuento	0	1	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	0	5	1
	%	0.00%	83.30%	16.70%
Los Ejes	Recuento	2	3	1

	%	33.30%	50.00%	16.70%
Panzacola	Recuento	0	1	1
	%	0.00%	50.00%	50.00%
Paso de Núñez	Recuento	1	13	5
	%	5.30%	68.40%	26.30%
Zacapungamio	Recuento	0	0	1
	%	0.00%	0.00%	100.00%
Totales	Recuento	4	27	10
	%	9.80%	65.90%	24.40%

Tabla 11

Percepción de los encuestados sobre los lugares de anidación de los Meliponinos

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		Huecos de árboles	Bajo tierra
Capire de Bravo	Recuento	1	1
	%	100.00%	100.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	2	2
	%	100.00%	100.00%
El Anono	Recuento	2	1
	%	100.00%	50.00%
El Carrizal	Recuento	1	0
	%	100.00%	0.00%
El Cuitzillo	Recuento	1	0
	%	100.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	5	4
	%	83.00%	67.00%
Los Ejes	Recuento	5	3
	%	83.30%	50.00%
Panzacola	Recuento	2	0
	%	100.00%	0.00%
Paso de Núñez	Recuento	19	8
	%	100.00%	42.11%
Zacapungamio	Recuento	1	0
	%	100.00%	0.00%
Totales	Recuento	39	19
	%	95.12%	46.34%

Prácticamente la mitad de los encuestados (51.2%) mencionó el mes de noviembre como la temporada de cosecha de miel (Tabla 12), seguido del mes de octubre con el 31.70%, únicamente el 7.30% manifestó desconocer en qué temporada se realizan las cosechas.

Tabla 12

Percepción de los encuestados sobre la temporada de cosecha de miel de Meliponinos

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad	Desconoce	Noviembre	Octubre
---	-----------	-----------	---------

Capire de Bravo	Recuento	0	1	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	0	1	1
	%	0.00%	50.00%	50.00%
El Anono	Recuento	0	2	2
	%	0.00%	100.00%	100.00%
El Carrizal	Recuento	0	1	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
El Cuitzillo	Recuento	1	0	0
	%	100.00%	0.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	0	3	3
	%	0.00%	50.00%	50.00%
Los Ejes	Recuento	0	4	3
	%	0.00%	66.70%	50.00%
Panzacola	Recuento	0	0	1
	%	0.00%	0.00%	50.00%
Paso de Núñez	Recuento	2	8	2
	%	10.50%	42.10%	10.50%
Zacapungamio	Recuento	0	1	1
	%	0.00%	100.00%	100.00%
Totales	Recuento	3	21	13
	%	7.30%	51.20%	31.70%

Según su experiencia, el 48.7% de los encuestados llegó a cosechar entre 1 y 2 nidos de abejas por temporada (Tabla 13), obteniendo desde 250 ml hasta 1 o 2 L por cada uno, lo que implicaba la destrucción total o parcial de los nidos, aun así, el 65% de los encuestados creen que después de una cosecha extractiva, las abejas pueden solo migrar a otro lugar (Tabla 14).

Tabla 13

Cantidad de nidos de Meliponinos cosechados por temporada

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		1	1 A 2	2 A 3	3 A 4	5 A 6
Capire de Bravo	Recuento	0	1	0	0	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	1	0	0	0	0
	%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
El Anono	Recuento	1	0	0	0	0
	%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
El Carrizal	Recuento	0	0	0	1	0
	%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
El Cuitzillo	Recuento	0	0	0	0	0
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	1	1	0	1	0
	%	16.70%	16.70%	0.00%	16.70%	0.00%
Los Ejes	Recuento	2	0	2	0	0
	%	33.30%	0.00%	33.30%	0.00%	0.00%
Panzacola	Recuento	0	1	1	0	0

	%	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%
Paso de Núñez	Recuento	9	3	3	0	1
	%	47.40%	15.80%	15.80%	0.00%	5.30%
Zacapungamio	Recuento	0	0	0	0	1
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
Totales	Recuento	14	6	6	2	2
	%	34.10%	14.60%	14.60%	4.90%	4.90%

Tabla 14

Percepción de los encuestados sobre el destino de las colonias cosechadas

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		Desconoce	Migran	Otros
Capire de Bravo	Recuento	0	1	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	0	1	1
	%	0.00%	50.00%	50.00%
El Anono	Recuento	0	2	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
El Carrizal	Recuento	0	0	1
	%	0.00%	0.00%	100.00%
El Cuitzillo	Recuento	1	0	0
	%	100.00%	0.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	0	6	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
Los Ejes	Recuento	0	5	1
	%	0.00%	83.30%	16.70%
Panzacola	Recuento	0	1	1
	%	0.00%	50.00%	50.00%
Paso de Núñez	Recuento	1	10	4
	%	5.30%	52.60%	21.10%
Zacapungamio	Recuento	0	1	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%
Totales	Recuento	2	27	8
	%	4.90%	65.90%*	19.50%**

*=Respuesta más alta. **=Otras respuestas fueron: "mueren", "desaparecen" o "permanecen".

No se encontró evidencia de la práctica de Meliponicultura en la región, por el contrario, el 85% de los encuestados refirió haber participado, en algún momento de su vida, en prácticas extractivas no sostenibles de nidos silvestres de abejas sin aguijón que, en algunos casos, datan desde mediados del siglo XX. Las prácticas descritas para la obtención de miel y otros productos de las abejas, abarcaban desde cortar una fracción o rama de un árbol o derribarlo por completo (Tabla 15), para posteriormente extraer y exprimir los "tarritos" de "cera" que contenían la miel y el polen.

Tabla 15*Métodos de obtención de los productos de los Meliponinos*

Porcentaje y recuento de las respuestas por localidad		Desconoce	Cortando fracción del árbol	Cortando árbol completo	Cavando
Capire de Bravo	Recuento	0	1	0	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
Carácuaro de Morelos	Recuento	0	1	0	0
	%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%
El Anono	Recuento	0	1	1	0
	%	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%
El Carrizal	Recuento	1	0	0	0
	%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
El Cuitzillo	Recuento	1	0	0	0
	%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Las Guacamayas	Recuento	0	2	2	2
	%	0.00%	33.30%	33.30%	33.30%
Los Ejes	Recuento	0	1	4	1
	%	0.00%	16.70%	66.70%	16.70%
Panzacola	Recuento	0	2	0	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
Paso de Núñez	Recuento	4	9	4	0
	%	21.10%	47.40%	21.10%	0.00%
Zacapungamio	Recuento	0	1	0	0
	%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
Totales	Recuento	6	18	11	3
	%	14.60%	43.90%	26.80%	7.30%

En el caso de las especies de abejas nativas que anidan bajo tierra, los encuestados relataron que al encontrar la entrada al nido, optaban por usar una vara larga y flexible, con el objetivo de abrirse paso por los “caminos” bajo tierra y así obtener la distancia aproximada entre la entrada del nido y las reservas de miel, usando después diferentes herramientas para cavar y obtener los productos.

6.2. Muestreos e identificación taxonómica.

Se colectó un total de 55 nidos de abejas sin aguijón en 13 localidades del municipio de Carácuaro, Michoacán, del total de individuos capturados fueron montados 220, 4 por cada nido colectado; en el proceso de identificación taxonómica (Ayala, 1999) se estableció que los ejemplares colectados corresponden a 4 especies: *Frieseomelitta nigra* (Figura 14), *Scaptotrigona*

hellwegeri (Figura 15), *Geotrigona acapulconis* (Figura 16) y *Lestrimelitta chamelensis* (Figura 17).

Frieseomelitta nigra (Lepelletier, 1836): “Diagnosis: Abejas con integumento y pubescencia negra; longitud del cuerpo 5.7 mm; ojos más convergentes en el extremo inferior que en el superior; área paraocular con una línea clara diluida, a lo largo del margen interno del ojo, que alcanza el extremo superior; alas oscurecidas con el ápice blanquecino; tibia posterior en forma de raqueta, con el ángulo distal posterior muy redondeado; corbícula muy pequeña, solo sobre el quinto distal de la superficie; metasoma digitiforme. Comentarios: Esta especie es muy común y presenta un cuerpo esbelto muy característico y alas negras con las puntas blanquecinas” (Ayala, 1999).

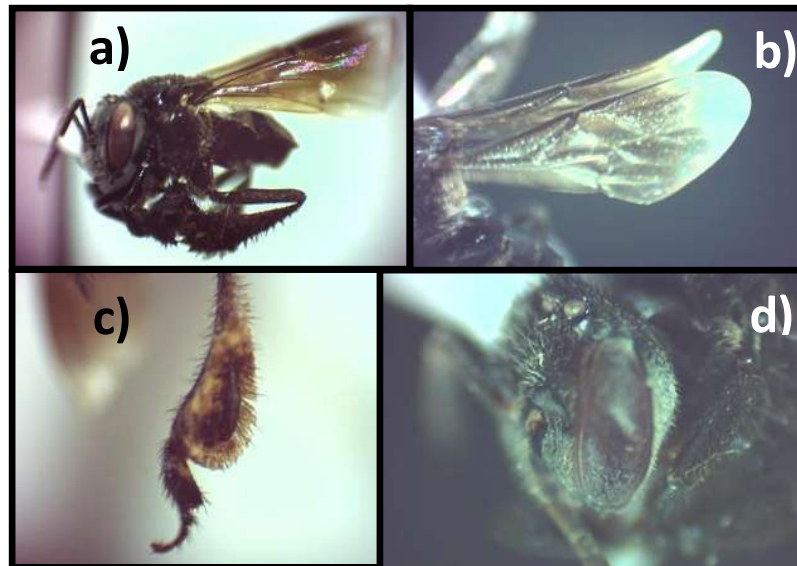


Figura 14. *Frieseomelitta nigra*: a) Se aprecia el integumento y pubescencia negra. b) Ápice blanquecino de las alas. c) Tibia posterior en forma de raqueta. d) Área paraocular característica. Fotografías propias.

Scaptotrigona hellwegeri (Friese, 1900): “Diagnosis: Abeja con integumento anaranjado y negro; longitud del cuerpo 4.7-5.1 mm; longitud del ala anterior 4.7-5.1 mm; clípeo poco brillante con granulado difuso; área paraocular con punteado abundante; área malar generalmente negra; mancha negra del área frontal generalmente con los contornos bien definidos (o más o menos definidos pero no difusos); área posterior a los ocelos con un par de líneas que corren de la parte

media superior de la carena preoccipital al espacio ocelo-ocular (las líneas son muy nítidas); patas anaranjadas pero el área distal de los fémures y las tibias con integumento negro; escuro con integumento anaranjado (con dos líneas oscuras longitudinales y los contornos negros); escutelo negro (ocasionalmente con integumento claro en ejemplares jóvenes); tégula negra; metasoma generalmente negro en gran parte de la superficie” (Ayala, 1999).

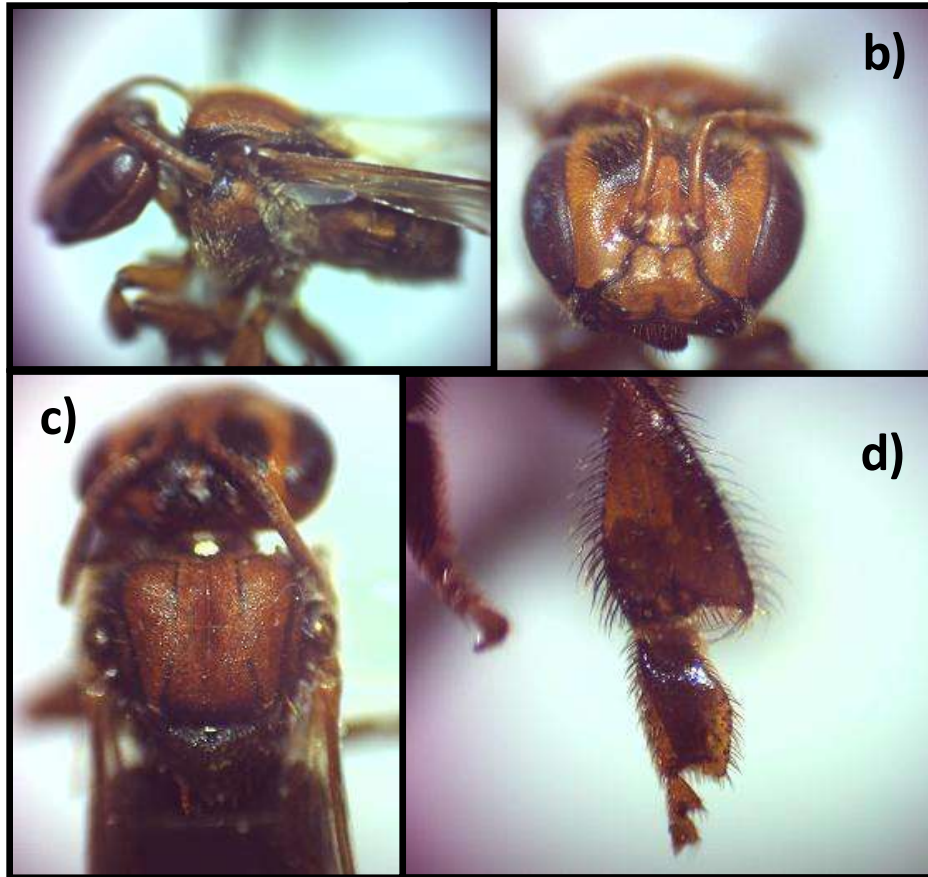


Figura 15. *Scaptotrigona hellwegeri*: a) Integumento anaranjado y negro. b) Se aprecia el área malar y la mancha frontal negra. c) Líneas que corren de la parte media superior de la carena preoccipital al espacio ocelo-ocular. d) Tibia posterior. Fotografías propias.

Geotrigona acapulconis (Strand, 1919): “Diagnosis: Abejas enteramente negras, con pubescencia blanquecina sobre gran parte del cuerpo, excepto el vértex, escuto y escutelo; longitud del cuerpo 6.2 mm; alas con venas negras, con la superficie oscura pero translúcida; patas completamente negras; tibia posterior con forma de raqueta, con el margen distal posterior ampliamente redondeado,

con la corbícula cubriendo el tercio distal; metasoma robusto, aproximadamente tan ancho como largo, no digitiforme. Comentarios: Es muy característica por el color blanquecino de su pubescencia en contraste con su integumento negro” (Ayala, 1999).



Figura 16. *Geotrigona acapulconis*: a) y b) Se aprecia el integumento en color negro y la pubescencia blanca. c) Alas con venación de color negro, con la superficie oscura y translúcida. d) Tibia posterior en forma de raqueta. Fotografías propias.

Lestrimelitta chamelensis (Ayala, 1999): “Diagnosis: Obrera, abejas negras (macroscópicamente): longitud del cuerpo 5.3 mm; mandíbulas pardo oscuro con el extremo basal casi negro; labro pardo oscuro; clípeo negro o pardo muy oscuro con una línea más clara angosta en el margen inferior (en la parte en que se articula con el labro); escuto negro, sólo con micropilosidad, sin pelos erectos evidentes en el extremo anterior; escutelo con la superficie aplanada abajo del nivel del escuto (en perfil), con pelos largos en el margen posterior, resto de la superficie prácticamente sin pelos, sólo con micro pilosidad.” (Ayala, 1999). El mismo autor describe el área facial y frontal con integumento pardo oscuro con

puntos muy pequeños y abiertos, que resultan de la inserción de la micropilosidad, así como la presencia de alas obscurecidas (pardo oscuro) con iridiscencia verde y magenta, con las venas en color pardo oscuro.

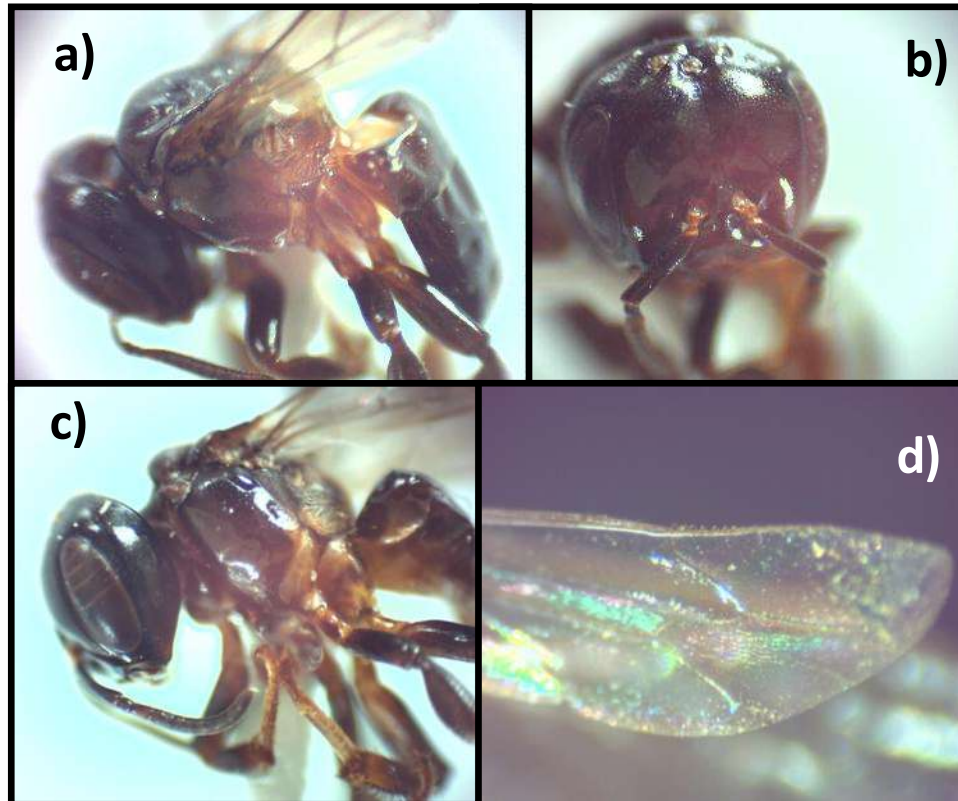


Figura 17. *Lestrimelitta chamelensis*: a) Integumento oscuro. b) Área facial con presencia de puntos muy pequeños y abiertos. c) Superficie corporal color negro brillante sin pelos, solo con micropilosidad. d) Alas y venación de color pardo oscuro con iridiscencia. Fotografías propias.

En el Apéndice C se muestran los datos de identificación de cada nido colectado y, para una mejor ilustración de los resultados, a cada nido se le asignó un número consecutivo, mismo que corresponde al orden en que fueron colectadas las muestras; se ubicó cada geoposición en un mapa, pero debido a la extensión del mismo, se muestran solamente 4 localidades importantes: Carácuaro de Morelos, Los Ejes, Panzacola y Paso de Núñez.

La figura 18 muestra la distribución de especies encontradas en las diferentes localidades muestreadas, la localidad de Paso de Núñez fue donde se realizó el muestreo más grande de abejas sin aguijón, con 18 nidos, seguida de Panzacola

con 11 nidos muestreados, la localidad de Los Ejes tuvo menor cantidad de muestreos pero gran diversidad de especies.

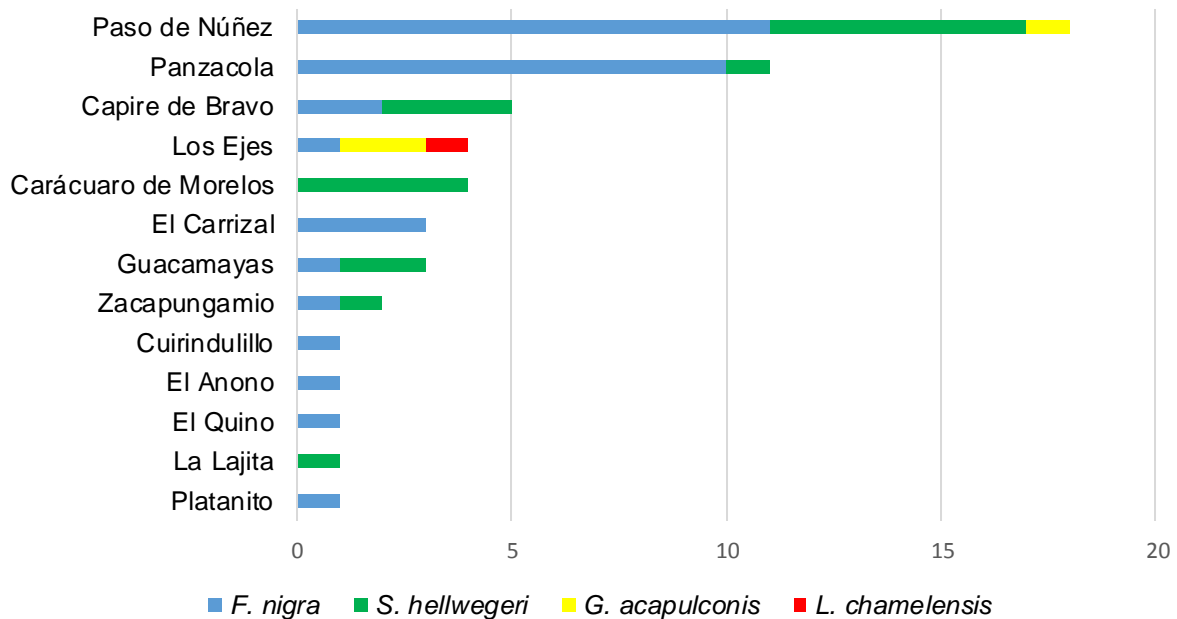


Figura 18. Distribución de los nidos muestreados en las localidades del municipio de Carácuaro.

En la cabecera municipal, Carácuaro de Morelos (Figura 19), se muestrearon 4 nidos, todos ellos de la especie *Scaptotrigona hellwegeri*, en los nidos muestreos en la localidad de Los Ejes (Figura 20) se localizó a 3 de las 4 especies identificadas (*Frieseomelitta nigra*, *Geotrigona acapulconis* y *Lestrimelitta chamelensis*), Paso de Núñez (Figura 21) y Panzacola (Figura 22) fueron las dos localidades donde se muestreó la mayor cantidad de nidos, en ambas localidades se encontraron las especies *Scaptotrigona hellwegeri* y *Frieseomelitta nigra*, encontrándose también *Geotrigona acapulconis* en Paso de Núñez.

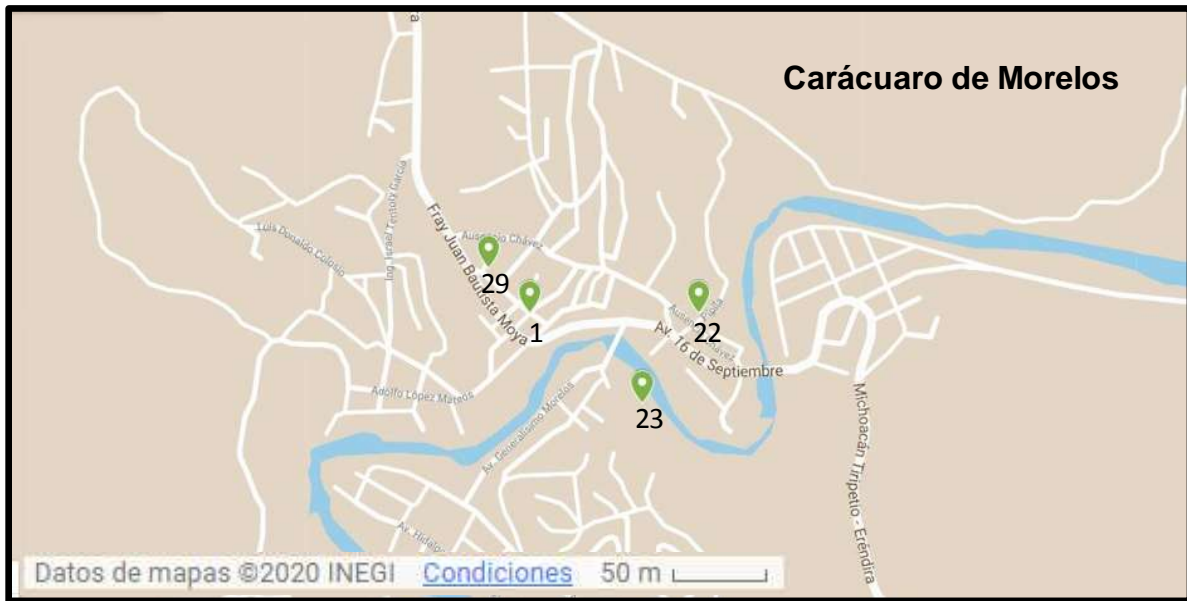


Figura 19. Nidos de abejas sin aguijón muestreados en Carácuaro de Morelos. Elaboración propia.

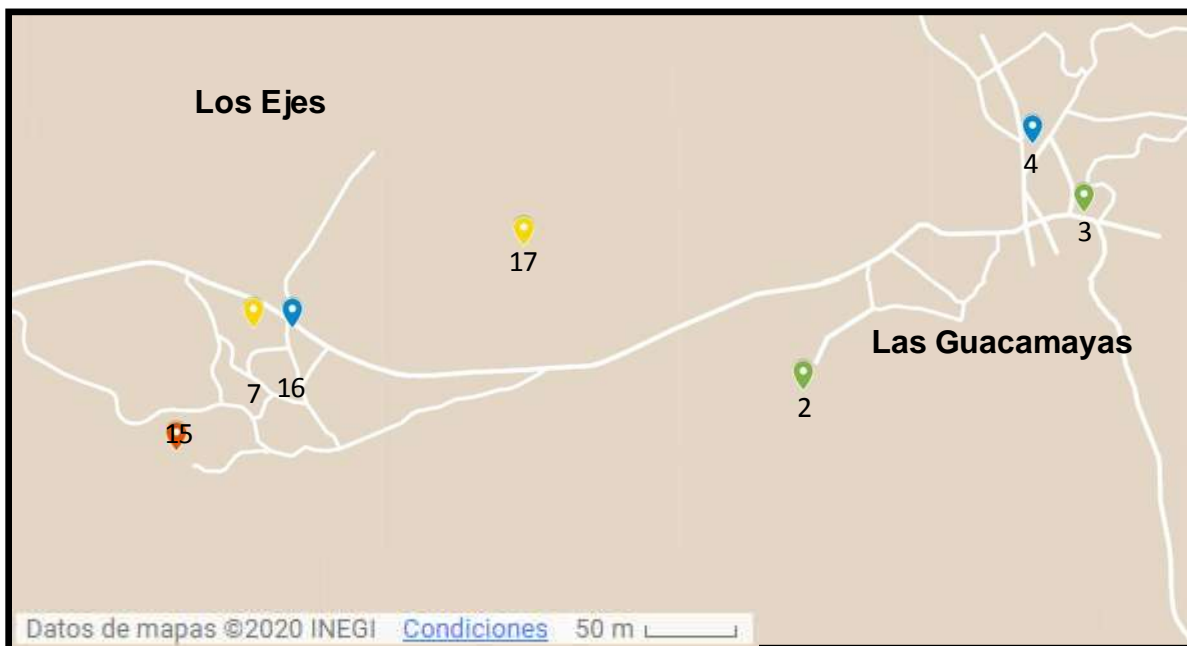


Figura 20. Nidos de abejas sin aguijón muestreados en la localidad de Los Ejes. Elaboración propia.

El 62% de los nidos colectados se encontraron en algún tipo de árbol (Figura 23), troncos, postes de madera y en menor porcentaje paredes, tubos y otros sustratos, además de una especie que se encontró en nidos bajo tierra.

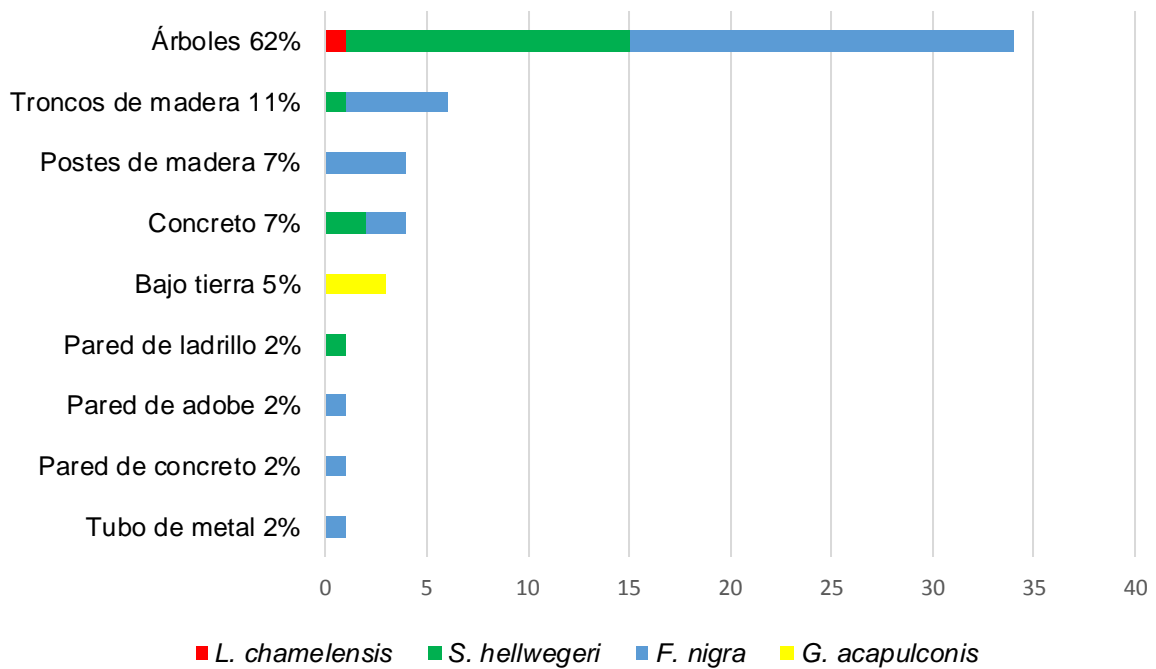


Figura 23. Hábitats de los nidos de abejas sin aguijón.

Se encontraron 34 nidos de abejas sin aguijón en diferentes especies de árboles vivos (Figura 24), 18 de ellos eran árboles de cueramo (*Cordia elaeagnoides*), lo que representa un 33% del total de la colecta; también fue la especie de árbol que resguardó a 3 de las 4 especies encontradas, lo que indica una marcada predilección por anidar en esta especie de árbol, tal preferencia no se había documentado en la bibliografía hasta este momento para las especies de Meliponinos en esta región.

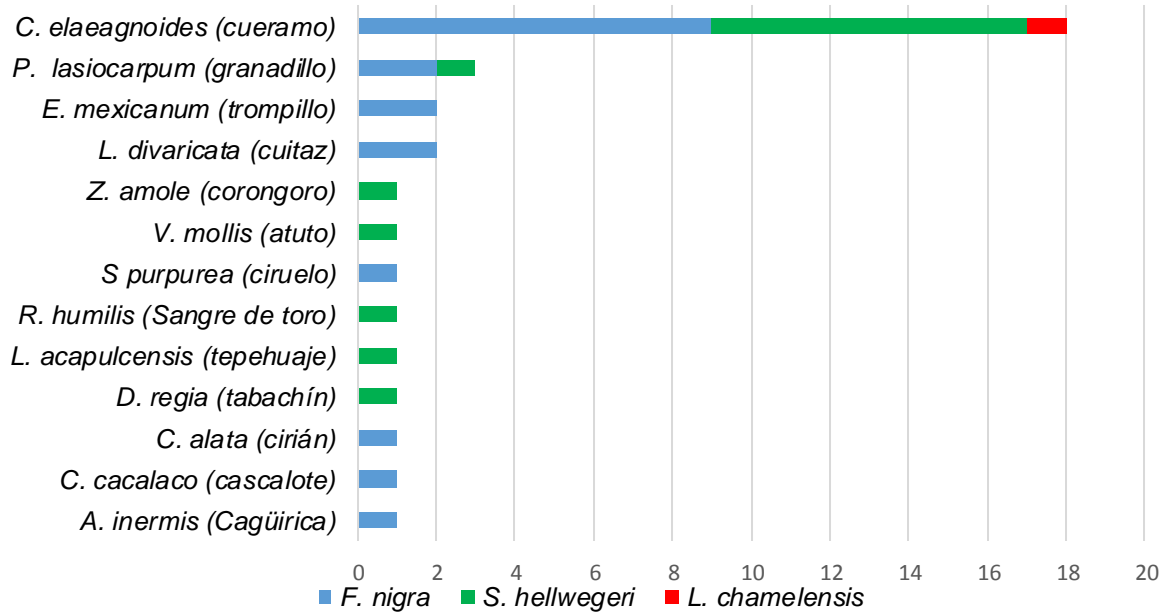


Figura 24. Especies de árboles como hábitat de Meliponinos.

8 de los encuestados que indicaron la ubicación de nidos de Meliponinos, refirieron además conocer el tiempo de permanencia o la antigüedad aproximada de estos, aunque por tratarse de nidos silvestres, este dato no pudo ser obtenido de todas las muestras, pero debido a su relevancia, se muestra en la figura 25.

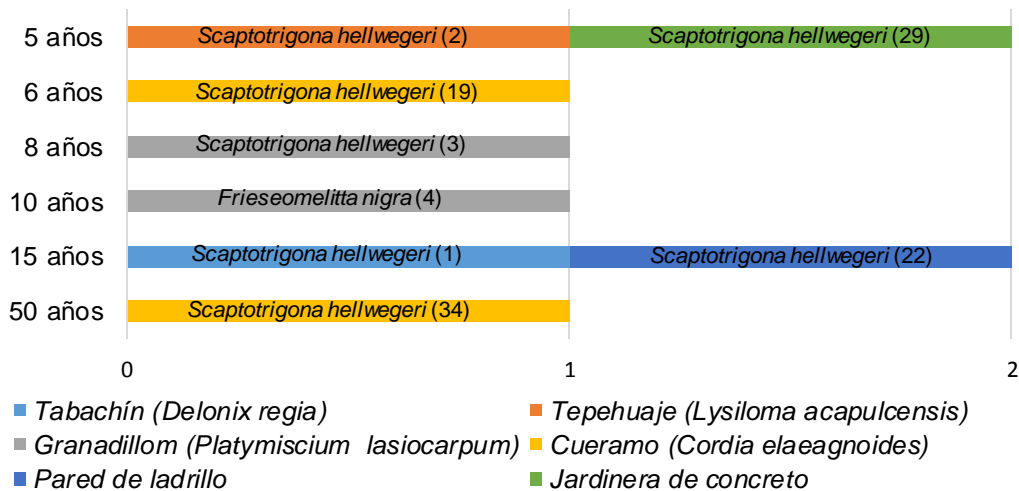


Figura 25. Antigüedad de nidos de abejas sin aguijón. El número entre paréntesis corresponde al asignado para cada muestra en el Apéndice C.

VII. DISCUSIÓN

7.1. Encuestas.

A partir de los hallazgos encontrados en esta investigación, se logró obtener un panorama sobre los conocimientos y el acercamiento que los pobladores del municipio de Carácuaro han tenido con las abejas sin aguijón. Tanto las prácticas de manejo como el conocimiento del uso de los productos de las abejas, recaen en personas del sexo masculino, de mediana y avanzada edad dedicadas al trabajo de campo, lo que tiene sentido, ya que actualmente el 40% de los productores agrícolas tiene entre 46 y 60 años de edad y el 85.5% de ellos son hombres (INEGI, 2017).

Los encuestados lograron describir desde 1 hasta 7 especies de abejas sin aguijón, pero la mayor frecuencia fue de 5 (24.39%), lo que coincide con los resultados de Reyes-González (2011) en su estudio llevado a cabo en el municipio de Nocupétaro, Michoacán, donde refiere que, en promedio, los expertos entrevistados conocen 5 diferentes tipos de abejas sin aguijón.

La especie más conocida por los encuestados fue *Scaptotrigona hellwegeri* o abeja “bermeja”, descrita por el 97.6% de la población encuestada, en segundo lugar, *Frieseomelitta nigra*, conocida localmente como abeja “zopilota”, que fue descrita por el 92.70% de la población encuestada; estos resultados guardan relación con lo reportado por Reyes-González (2011), quien señala que estas dos especies fueron referidas por más del 85% de los informantes entrevistados.

El 87.8% de los encuestados en este estudio mencionaron que la mayor importancia de las abejas nativas sin aguijón es la producción de miel, ya sea para consumo o para uso medicinal, Reyes-González (2011) a su vez, señala que el 70% de los expertos mencionó que la miel fue empleada como alimento de autoconsumo y medicinal, lo que coincide con Kumar *et al.*, 2014 y Quezada-Euán, 2018 sobre el aprovechamiento de estos recursos.

El mismo autor expresa que fue muy notoria la percepción sobre la disminución de la diversidad y abundancia de las abejas sin aguijón en la zona a causa de

factores humanos, ello es acorde con lo que en este estudio se halla, ya que un 85.4% de la población encuestada percibe una disminución en la frecuencia y cantidad de abejas presentes en su entorno, señalando causas de origen antropogénico, como fumigaciones (19.50%), la aplicación intencional de diferentes venenos para hormigas (17.10%) y el uso de herbicidas (17.10%) y pesticidas (14.60%) en la agricultura; estas causas coinciden con lo reportado por Giannini *et al.*, (2014) y França *et al.*, (2017).

53.70% de los encuestados desconoce sobre causas de disminución de las poblaciones de abejas sin aguijón, a su vez, mencionan como mayor importancia de las abejas en un 61.00% la producción de miel, dejando en un 36.60% el servicio de polinización, con lo cual enfatizan en que lo importante es extraer recursos para el consumo, lo que promueve las prácticas extractivas.

El 70.7% refirió conocer la “cera” (cerumen) como el principal producto adicional a la miel que se puede obtener de las abejas nativas, un 39.00% menciona que su uso principal es la fabricación de velas y un 22.00% en la reparación de los “guajes”; lo cual coincide con los resultados obtenidos por Reyes-González (2011), quien señala que el principal motivo por el cual se aprovechaban las abejas nativas sin aguijón, era la obtención de cerumen, principalmente para la elaboración de veladoras para la velación de sus difuntos y muy especialmente para el “día de muertos” el 2 de noviembre.

El 65.90% de la población encuestada describió los nidos de los Meliponinos con la conformación interior de pequeños “tarritos” elaborados con “cera”, de una textura suave y que se podía comprimir fácilmente, ya sea rellenos con miel, “pasacuareta” (polen) o cría, esta percepción coincide parcialmente con lo descrito por Quezada-Euán (2018) y Roubik (2006), que sostienen que se pueden encontrar potes hechos de cera para el almacenamiento de miel y polen, mientras que a la cría se la puede encontrar en arreglo de celdas en estructuras formando panales horizontales, helicoidales o con las celdas aisladas en forma de racimo.

El 51.2% de los encuestados mencionaron el mes de noviembre como la temporada de cosecha de miel, seguido del mes de octubre con el 31.70%, dato que coincide con lo reportado por Reyes-González (2011), que señala que el 75% de los expertos locales comentó que la extracción y aprovechamiento de meliponinos es primordialmente en el mes de octubre, prolongándose hasta el mes de noviembre.

Según su experiencia, el 48.7% de los encuestados cosechaba entre 1 y 2 nidos de abejas por temporada, obteniendo hasta 1 o 2 L por cada uno, estos resultados son semejantes a los reportados por Reyes-González (2011), donde los informantes refieren una producción de 1.5 L para especies como *Scaptotrigona hellwegeri*, igualmente, se asemeja a lo descrito por Dixon (1987) donde menciona una producción de 2 litros por colonia de abejas sin aguijón en la zona del Balsas guerrerense.

El 65% de los encuestados creen que después de una cosecha extractiva, las abejas pueden solo migrar a otro lugar, sin embargo, Quezada-Euán (2018) sostiene que las colonias de Meliponinos al ser abiertas, desprenden el aroma característico de la miel y polen, lo que las hace susceptibles de ser invadidas por organismos oportunistas, tales como moscas de la familia Phoridae u hormigas guerreras (Formicidae: Ecitoninae), con la conigüente pérdida de la colonia.

Aunque los estudios reportados por Dixon (1987) sugieren la existencia de la práctica de Meliponicultura en la cuenca del río Balsas en Guerrero y Michoacán, en el presente estudio no se encontró evidencia de la práctica de Meliponicultura, por el contrario, el 85% de los encuestados refirió haber participado, en algún momento de su vida, en prácticas extractivas insostenibles de nidos silvestres de abejas sin aguijón, coincidiendo con los resultados de Reyes-González (2011), quien en su estudio menciona prácticas de extracción destructiva.

7.2. Muestreos e identificación taxonómica.

Los muestreos a nidos silvestres de abejas sin aguijón de este estudio, se llevaron a cabo mediante un método de colecta nunca antes utilizado, que permitió la

extracción de abejas directamente de los nidos, sin comprometer la vida de los árboles, que en son, en la mayoría de los casos, los habitáculos de los nidos. Una diferencia con otros métodos de colecta, como la red entomológica o los platos trampa (Ramírez *et al.*, 2014), es que se cuenta con certeza de la procedencia de las abejas y se limita al muestreo de nidos previamente identificados, esta característica también facilitaría continuar con estudios sobre la abundancia y permanencia de nidos de abejas sin aguijón.

El estudio taxonómico de las abejas colectadas, demuestran la presencia de 4 especies de abejas sin aguijón en la región, si bien, los estudios recientes (Ayala, 1999; Reyes-González, 2011; Reyes *et al.*, 2017) indican que existen más especies, la localización visual específica de los nido silvestres de abejas sin aguijón podría ser una desventaja frente a los métodos de colecta tradicionales.

Frieseomelitta nigra o abeja “zopilota” fue la especie de mayor presencia en el municipio y la segunda más conocida, descrita por el 92.70% de los encuestados como una abeja de complexión más “delgada” que otras especies de abejas, de color completamente negro, a excepción de la punta de las alas donde exhibe un color blanco; descripción que coincide con Ayala (1999). Los encuestados también mencionaron que la miel de esta especie es apreciada por sus propiedades medicinales, especialmente en enfermedades respiratorias y problemas oculares, como cataratas, conjuntivitis, entre otras, este hallazgo coincide con los resultados descritos por Reyes-González (2011).

La especie de abeja sin aguijón más conocida, descrita por el 97.6% de la población encuestada y la segunda mejor representada, fue *Scaptotrigona hellwegeri* o abeja “bermeja”, fue descrita como una abeja de menor tamaño que *Apis mellifera*, de color pardo a naranja, que habita en huecos de árboles y puede llegar a producir entre 1 y 2 litros de miel; la descripción coincide con Ayala (1999) y la cantidad de miel producida igualmente coincide con Reyes-González (2011), quien reporta un promedio de 1.5 litros de miel por colonia.

Geotrigona acapulconis fue descrita por el 65.90% de los encuestados como una abeja de color café a negro, que habita debajo de la tierra, aunque no se dieron más detalles de su morfología, en general coincide con la descripción de Ayala (1999), se mencionó también que su miel es especialmente apreciada por sus propiedades medicinales, afirmación que coincide con Dardón *et al.*, (2013).

De *Lestrimelitta chamelensis*, se mencionó su complexión delgada, color negro brillante y característico aroma a limón, esta descripción coincide con lo descrito por Ayala (1999). Estas abejas son considerados controles biológicos de poblaciones de Meliponinos, dado que poseen un comportamiento cleptobiótico al sustraer los recursos de otros nidos de abejas, valiéndose de la liberación de citral (feromona con olor a limón) producida en las glándulas mandibulares, el citral puede debilitar la defensiva respuesta de los hospedadores al interrumpir el reconocimiento químico (Quezada-Euán 2018).

En la cabecera municipal, Carácuaro de Morelos, se encontraron únicamente 4 nidos de abejas sin aguijón, todos ellos de la especie *Scaptotrigona hellwegeri*, el hecho de que sea una zona con menor diversidad podría estar asociado a que es la localidad con mayor urbanización. En la localidad de Los Ejes se encontraron 3 de las 4 especies identificadas (*Frieseomelitta nigra*, *Geotrigona acapulconis* y *Lestrimelitta chamelensis*), aunque únicamente se muestrearon 4 nidos, esto puede estar asociado a que es una localidad con menor modificación del paisaje y únicamente 100 habitantes (“Los Ejes”, 2019).

En la localidad de Paso de Núñez se muestreó la mayor cantidad de nidos de abejas sin aguijón (18), encontrándose 3 de las 4 especies identificadas (*Frieseomelitta nigra*, *Scaptotrigona hellwegeri* y *Geotrigona acapulconis*), aunque esta localidad cuenta con zona urbana, la abundancia y diversidad de especies podría estar asociada a que esta mancha urbana se encuentra rodeada por territorio con menor modificación del paisaje; igualmente la localidad de

Panzacola, donde se localizaron dos especies (*Frieseomelitta nigra* y *Scaptotrigona hellwegeri*) a través de 11 nidos.

Entre las especies identificadas en este estudio, que por sus hábitos de anidación habitan en sustratos diferentes a la tierra (*Scaptotrigona hellwegeri*, *Frieseomelitta nigra* y *Lestrimelitta chamelensis*), 62% de sus nidos se encontraron en algún tipo de árbol, otros sitios como troncos, paredes, tubos y postes de madera obtuvieron porcentajes menores; se observó que la especie *Frieseomelitta nigra* fue la que anidó en mayor variedad de sustratos, este resultado fue el esperado, ya que *F. nigra* posee flexibilidad para anidar en diferentes sustratos (Nates-Parra *et al.*, 2006), esto puede deberse a que estas especies son menos exigentes en el tamaño de las cavidades y en la cantidad de alimentos que necesitan para lograr una anidación exitosa (Quezada-Euán, 2018).

Se encontraron 34 nidos de abejas sin aguijón en diferentes especies de árboles vivos, 18 de ellos eran cueramo (*Cordia elaeagnoides*), lo que representa un 33% del total de la colecta y un 52.94% de los nidos encontrados en árboles, asimismo, esta especie de árbol resguardó a 3 de las 4 especies de Meliponinos identificadas, indicando una marcada predilección por anidar en esta especie de árbol, tal preferencia no se había documentado en la bibliografía hasta este momento para las abejas sin aguijón de Michoacán.

Como referencia se cuenta con los estudios de Carballo *et al.*, (2009), quienes determinaron la preferencia de anidación de *Melipona beecheii* por *Gliricidia sepium* (piñón florido o cacahuananche) con base en la caracterización de 4 colmenas estudiadas en Cuba, de las cuales, 3 se encontraron en esta leguminosa forrajera; en Costa Rica, Van Veen, (1999) analizó 19 colonias de *Melipona beecheii* y comunicó que 10 de las 19 colonias estudiadas se encontraron en las siguientes especies de árboles: *Cordia alliodora* (3), *Gliricidia sepium* (2), *Eriobotrya sp.* (1), *Hymenacea courbaril* (1), *Psidium sp.* (1), *Tabebuia ochracea* (1) y *Phithecellobium saman* (1).

Lo anterior coincide con la predilección por *Gliricidia sepium* reportada por Carballo *et al.*, (2009). Dado que en la presente investigación se contó con un número mayor de colonias estudiadas (9 para *Frieseomelitta nigra* y 8 para *Scaptotrigona hellwegeri*), es posible establecer que las especies *Frieseomelitta nigra* y *Scaptotrigona hellwegeri* tienen preferencia por anidar en árboles de cueramo (*Cordia elaeagnoides*) en la región del Balsas michoacano.

Algunos de los encuestados que refirieron conocer el tiempo de permanencia o la antigüedad aproximada de los nidos de Meliponinos, nuevamente el Cueramo (*Cordia elaeagnoides*) representa la mayor importancia, ya que acogió a un nido durante 50 años, además, este árbol es considerado una especie nectarífera para la producción de miel (CONAFOR, 2019), por lo que se puede confirmar que se trata de una especie arbórea forrajera con interés apícola, al brindar sitios de nidificación y alimento a especies de Meliponinos.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Esta investigación permite concluir que en el municipio de Carácuaro, Michoacán, existe desconocimiento sobre la importancia de las especies de abejas nativas sin aguijón, lo que ha llevado a prácticas extractivas de depredación que han colaborado con la disminución en la abundancia de estas especies nativas.
- Se identificaron 4 especies de abejas sin aguijón en el municipio de Carácuaro, Michoacán: *Frieseomelitta nigra*, *Scaptotrigona hellwegeri*, *Geotrigona acapulconis* y *Lestrimelitta chamelensis*.
- La especie de abeja sin aguijón más abundante corresponde a *Frieseomelitta nigra*, con el 60% de los nidos muestreados.
- La localidad de Paso de Núñez presentó mayor abundancia, donde se registró el 32.72% de los nidos, seguido de la localidad de Panzacola, con el 20%; en contraste, la localidad de Los Ejes fue la más diversa en proporción a la cantidad de nidos muestreados, con 4 nidos y 3 especies distintas identificadas.
- Aunque la literatura señale la existencia de prácticas de Meliponicultura en la región, actualmente, en el municipio de Carácuaro no existe evidencia de la crianza de abejas sin aguijón, de haber existido, debe ser una práctica que se ha perdido con el tiempo.
- Esta investigación permitió generar datos referentes en el estudio de las abejas sin aguijón, además de ser un complemento a los estudios sobre la apifauna del estado de Michoacán.
- El municipio de Carácuaro, Michoacán es un área de oportunidad y un lugar propicio para el desarrollo de la meliponicultura, como una estrategia de conservación de especies y a la vez como actividad productiva, a partir de este estudio es posible recomendar el manejo racional de especies como *Frieseomelitta nigra* y *Scaptotrigona hellwegeri*.

- Se recomienda continuar con los muestreos en localidades con menor modificación del paisaje, ello posibilitaría encontrar diferentes especies de abejas sin aguijón.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Aguillón, M. M., Hernández, C. y Correa, A. R. (2015). Caracterización Microbiológica en miel de *Apis mellifera* y *Tetragonisca angustula*. *Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo ENID 2015, Inclusión Social y Desarrollo Humano. Universidad Nacional de Colombia*. Manizales, Colombia: Investigación UN Bogotá. pp. 1-3.
- Ayala, R. (1999). Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana*, 106: 1–123.
- Ayala, R. (2006). Bee diversity in Mexico. En Kevan, P. e Imperatriz-Fonseca, F. L. V. *Pollinating bees the conservation link between agriculture and nature* (pág. 318.). Brasilia: Ministry of Environment.
- Bartelli, B. F., Santos, A. y Nogueira, F. F. (2014). Colony performance of *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Meliponina) in a Greenhouse of *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). *Sociobiology*, 61(1) 60-67.
- Begon, M., Harper, J. y Townsend, C. (1996). *Mutualismo. Ecología, individuos, poblaciones y comunidades*. Barcelona, España: 2a ed. Ed. Omega, S. A. pp. 468-507.
- Bennet, C. F. (1974). Stingless beekeeping in western Mexico. *The Geographical Review*, (54): 85-92.
- Cahuich, C. D. y Flores, G. F. (2014). Entomoterapia: curaciones entre los antiguos pueblos mayas de la península de Yucatán, México. *ELOHI Peoples indigènes et environnement*, 39-54.
- Camargo, J. M. y Pedro, S. R. (1992). Sistemática de Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): sobre a polaridade e significado de alguns caracteres morfológicos. *Anais do encontro brasileiro de biologia de abelhas e outros insetos sociais Special Issue* (págs. 45–49). São Paulo: Naturalia .
- Camargo, J. M. y Vit, P. (2013). Historical biogeography of the Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the neotropical region. En P. Vit, S. R. Pedro, y D. W. Roubik, *Pot-honey: a legacy of stingless bees*. New York: Springer. 19–34.
- Carballo, F. L., Blanco, B. D., Demedio, L. J., y Aguilar, M. I. (2009). *Gliricidia sepium*: leguminosa forrajera útil como hábitaculo de *Melipona beecheii* en sistemas agrarios. *Biocenosis*, 22(1-2): 89-94.

- Cauich, K. R., Ruiz, R. J., Ortíz, V. E. y Segura, C. M. (2015). Potencial antioxidante de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud: una revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4): 1432-1442.
- Chidi, O. H. y Odo, P. E. (2017). Meliponiculture for Sustainable Economy. *In Proceeding of the 4th Delta State University. Faculty of Science International Conference*. Abraka, Delta State, Nigeria: 6 July 2017; pp. 131–137.
- Comisión Nacional Forestal. (diciembre de 2019). *Cordia elaeagnoides* (Ruiz y Pav.) Oken. Obtenido de https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/especies_forestales/detalles.php?tipo_especie=15
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (13 de septiembre de 2019). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2019. Carácuaro, Michoacán de Ocampo*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/45392/Michoacan_013.pdf
- Dade, H. A. (1985). *Anatomy and dissection of the honeybee*. International Bee Research Association, London.
- Dardón, M. J., Maldonado-Aguilera, C. y Enríquez, E. (2013). The Pot-Honey of Guatemalan Bees. En P. Vit, S. R. Pedro y D. W. Roubik. Lidcombe, NSW, Australia: Springer Science+Business Media New York 2013. pp. 395.
- Devanesan, S., Premila, K. S. y Shailaja, K. K. (2017). Meliponiculture for pollination support, yield enhancement and Poverty Eradication. En K. P. Laladhas, P. Nilayangode, y V. O. Oommen, *Biodiversity for Sustainable Development. Environmental challenges and solutions 3*. Thiruvananthapuram , Kerala , India: Springer International Publishing Switzerland 2017. 267-279.
- Dias, R. C., Bobany, D., Taveira, M. V. y Alves, V. (2017). Acción antibacteriana de geopropolis de *Melipona quadrifaciata* en cultivo de secreción de otitis en perros. *Revista MVZ Cordoba*, 22(2): 5837-5843.
- Dixon, C. V. (1987). Beekeeping in Southern Mexico. *Conference of Latin Americanist Geographers*. Year Book. 13: 68-77.
- Figueroa-Mata, G., Prendas-Rojas, J., Ramírez-Bogantes, M., Aguilar-Monge, I., Herrera-González, E. y Travieso-González, C.M. (2016). Identificación de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) a partir de la clasificación de los descriptores SIFT de una imagen del ala derecha anterior. *Tecnología en Marcha*, pp. 51-63.
- França, M., Pazini, H., Barros, O., Manhães, T. V., Reis, P., Antunes, Z., y Gaglianone, M. (2017). Local knowledge on native bees and their role as

- pollinators in agricultural communities. *Journal of Insect Conservation*, 21: 345 – 356.
- Francoy, T., Grassi, M. L., Imperatriz-Fonseca, V. L., May-Itzá, W. J. y Quezada-Euán, J. J. (2011). Geometric morphometrics of the wing as a tool for assigning genetic lineages and geographic origin to *Melipona beecheii* (Hymenoptera: Meliponini). *Apidologie*, 44:499–507.
- García, O. V., Zaragoza, T. C., Ramírez, J., Guerrero, P. A. y Ruíz, C. (2015). Caracterización rápida de la biodiversidad usando morfometría geométrica: Caso de estudio con abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) del sur de Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 7(1): B32-B38.
- Giannini, K. M. (1997). Labor división in *Melipona compressipes fasciculata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). *An Soc. Entomol. Brasil.*, 26(1): 153-162.
- Giannini, T., Boff, S., Cordeiro, G., Cartolano, E., Veiga, A., Imperatriz, F. y Saraiva, A. (2014). Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie*, 46(2): 209-223.
- Gleiciani, B. P. y Campos, M. J. (2014). Aspects of Landscape and Pollinators—What is Important to Bee Conservation? . *Diversity*, 6(1): 158-175.
- Gómez, G. B. y Jones, R. W. (2002). Manual de métodos de colecta, preservación y conservación de insectos. Tapachula, Chiapas, México: Colegio de la Frontera Sur. Facultad de Ciencias Naturales.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. y Rotheray, E. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347:1-16.
- Guzmán-Mendoza, R., Caltzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D. y Martínez-Yáñez, M. R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3): 370-379.
- Heard, T. A. (1999). The role of stingless bees in crop pollination. *Annu. Rev. Entomol.*, 44:183–206.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (26 de noviembre de 2018). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos 2009. Carácuaro, Michoacán de Ocampo Clave Geoestadística 16013*. Obtenido de <https://caracuaro.com/documentos/pdf/prontuario-de-informacion-geografica.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (13 de septiembre de 2019). *Encuesta Intercensal 2015. Carácuaro, Michoacán de Ocampo Clave*

Geoestadística 16013. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_s

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (15 de agosto de 2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2017*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/mini_ena17.pdf

J Jaffé, R., Pope, N., Torres, C. A., Madureira, M. U., Blochtein, B., Lopes de Carvalho, C. A., Carvalho, Z. G. A., Magalhães, B. F., Menezes, C., Ribeiro, M. F., Venturieri, G. C. e Imperatriz, F. V. L. (2015). Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. *PLoS ONE*, 10(3) pp 1-13.

Kent, R. (1984). Mesoamerican stingless beekeeping. *Journal of Cultural Geography*, 4(2): 14-28.

Kerr, W. E. (1950). Genetic Determination of Castes in the Genus *Melipona*. *Genetics*, 35(2), 143–152.

Kerr, W. E., Carvalho, G. A. y Nascimento, V. A. (1996). *Abelha urucu: biologia, manejo e conservação*. Paracatu, Brasil: Belo Horizonte: Fundação Acangau. pp. 144.

Kumar, G. R. (2014). Taxonomy and distribution of different honeybee species. En G. R. Kumar, W. Reybroeck, J. W. Van Veen, y A. Gupta, *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security*. Chatha, Jammu, India.: Springer Science+Business Media Dordrecht. 63-104 pp.

Kumar, G. R., Khan, M. S., Srivastava, R. M. y Goswami, V. (2014). History of Beekeeping in Developing World. En G. R. Kumar, W. Reybroeck, J. W. Van Veen, y A. Gupta, *Beekeeping for Poverty Alleviation and Livelihood Security*. Chatha, Jammu, India: Springer Science+Business Media Dordrecht 2014. pp. 55.

Lebuhn, G., Droege, S., Connor, E. F., Gemmill-Herren, B., Potts, S.G., Minckley, R.L., Griswold, T., Jean, R., Kula, E., Roubik, D.W., Cane, J., Wright, K.W., Frankie, G. y Parker, F. (2013). Detecting insect pollinator declines on regional and global scales. *Conservation Biology*, 27 (1):113-120.

Los Ejes (Carácuaro, Michoacán de Ocampo). (12 de diciembre de 2019). Obtenido de <https://mexico.pueblosamerica.com/i/los-ejes/>

Martínez, H. V. (17 de julio de 2012). H. Ayuntamiento Constitucional de Carácuaro, Michoacán. Plan de desarrollo municipal 2012-2015. *Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo*, pág. pp. 4.

- Martins, A. C., Melo, G. A. y Renner, S. (2014). The corbiculate bees arose from new world oil-collecting bees: implications for the origin of pollen baskets. *Mol Phylogenet Evol*, 80:88–94.
- Mas, J., Lemoine, R., González, R., López, S., Piña, G. y Herrera, F. (2017). Assessment of deforestation rates in Michoacan at detailed scale through a hybrid classification method of SPOT images. *Madera y Bosques*, 23(2): 119-131.
- Michener, C. D. (1974). *The social behavior of the bees: a comparative study*. Belknap Press, Harvard University, Cambridge.
- Michener, C. D. (1979). Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri botanical garden*, 66(3): 277-347 pp.
- Michener, C. D. (2000). *The bees of the world*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Moure, J. M., Urban, D., y Melo, G. A. (2007). *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia.
- Nates-Parra, G. (2001). Las abejas sin aguijón (Hymenóptera: Apidae:Meliponini) en Colombia. *Biota Colombiana*, 2(3): 233- 248.
- Nates-Parra, G. y Rosso-Londoño, J. M. (2013). Diversidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera:Meliponini) utilizadas en meliponicultura en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3): 1-9.
- Nates-Parra, G., Rodríguez, A. y Vélez, E. D. (2006). Abejas sin aguijón (Hymenoptera:Apidae: Meliponini) en Cementerios de la Cordillera Oriental de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11(1): 25–35.
- Negrín, M. E. (2016). Mujeres mayas, abejas mayas. *Revista digital para estudiantes de geografía y ciencias sociales*, 7(87) 01-12.
- Nogueira-Neto, P. (1997). *Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão*. São Paulo, Brasil: Edição Nogueirapis. pp. 446.
- Ocampo-Rosales, G. R. (2013). Medicinal Uses of Melipona beecheii Honey. En P. Vit, S. R. Pedro, y D. W. Roubik, *Pot-Honey. A legacy of stingless bees*. Lidcombe, NSW, Australia: Springer Science+Business Media New York 2013. pp. 229.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (28 de julio de 2018). *Agricultura orgánica y biodiversidad. Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria. (2003)* . Obtenido de Servicio del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Departamento de Desarrollo Sostenible. Roma, Italia: <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s06.htm>

- Pedro, S. R. (2014). The stingless see fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, 61:348–354.
- Pereira, A. L., Taques, T. C., Valim, J. O., Madureira, A. P. y Campos, W. (2015). The management of bee communities by intercropping with flowering basil (*Ocimum basilicum*) enhances pollination and yield of bell pepper (*Capsicum annuum*). *Journal of Insect Conservation*, 19(3): 479-486.
- Pimentel, K. R., Martínez, F. R., Torres, I. P., Peña, L. E. y Hernández, H. G. (2014). Relación de la población natural de abejas de la tierra (*Melipona beecheii*) con la flora en el valle San Andrés. *Revista cubana de ciencias forestales*, 2(1): 21-34.
- Quezada-Euán, J. J. (2005). *Biología y uso de las abejas sin aguijón de la Península de Yucatán, México: (Hymenoptera: Meliponini)*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. pp 112.
- Quezada-Euán, J. J. (2018). *Stingless bees of Mexico. The Biology, Management and Conservation of an Ancient Heritage*. Departamento de Apicultura Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, Mexico: Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018. pp 296.
- Quezada-Euán, J. J., May Itzá, W., Medina Medina, L., De Araujo Freitas, J. y Moo Valle, H. (2018b). Módulo 1: Biología de las abejas nativas sin aguijón. U5 Conducta de los Meliponinos de interés económico (manejo y producción). *Diplomado en Meliponicultura*. Mérida, Yucatán, México: Departamento de Apicultura Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. pp. 7.
- Quezada-Euán, J. J., May Itzá, W., Medina Medina, L., De Araujo Freitas, J. y Moo Valle, H. (2018c). Módulo 3: Productos de la colonia y su obtención. U3 Cosecha y manejo de polen en los meliponinos. *Diplomado en Meliponicultura*. Mérida, Yucatán, México: Departamento de Apicultura Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. pp.8.
- Quezada-Euán, J. J., May Itzá, W., Medina Medina, L., De Araujo Freitas, J. y Moo Valle, H. (2018d). Módulo 2: Manejo tecnificado de las abejas sin aguijón. U3 Estructuras externas e internas de los nidos de las abejas sin aguijón. *Diplomado en Meliponicultura*. Mérida, Yucatán, México: Departamento de Apicultura Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. pp. 9.
- Quezada-Euán, J. J., May-Itzá, W., Medina-Medina, L., De Araujo-Freitas, J. y Moo-Valle, H. (2018). Módulo 1: Biología de las abejas nativas sin aguijón. U4 Individuos que componen las colmenas. *Diplomado en Meliponicultura*. Mérida, Yucatán, México: Departamento de Apicultura Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. pp.7.

- Ramírez, F. L., Alanís, F. G., Ayala, B. R., Velazco, M. C. y Favela, L. S. (2014). El uso de platos trampa y red entomológica. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(3): 508-538.
- Ramírez, S. R., Nieh, J. C., Quental, T. B., Roubik, D. W., Imperatriz-Fonseca, V. L. y Pierce, N. E. (2010). A molecular phylogeny of the stingless bee genus *Melipona* (Hymenoptera: Apidae). *Mol. Phylogenet Evol.*, 56:519–525.
- Rasmussen, C. y Cameron, S. A. (2007). A molecular phylogeny of the Old World stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) and the non-monophyly of the large genus *Trigona*. *Syst Entomol*, 32: 26–39.
- Rasmussen, C. y Cameron, S. A. (2010). Global stingless bee phylogeny supports ancient divergence, vicariance, and long distance dispersal. *Biol J Linn Soc*, 99:206–232.
- Razo, L. A. (julio de 2015). Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) y sus interacciones con la flora en la Sierra de Quila, Tecolotlán, Jalisco. *Tesis Profesional de Maestría Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas*. Zapopan, Jalisco, México: Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG. 129 pp.
- Reyes, G. A. (diciembre de 2011). Conocimiento local y prácticas de manejo de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en el municipio de Nocupétaro, Michoacán: aportes desde la Etnoecología para su conservación y manejo sustentable. *Tesis Profesional de Licenciatura en Ciencias Ambientales*. Morelia, Michoacán, México: Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM. 118 pp.
- Reyes, G. A., Camou, G. A., Reyes, S. O., Argueta, A. y Casas, A. (2014). Diversity, local knowledge and use of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the municipality of Nocupetaro, Michoacan, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(47): 01-12.
- Reyes-González, A., Ayala, R. y Camou-Guerrero, A. (2017). Nuevo registro de abeja sin aguijón del genero *Plebeia* (Apidae:Meliponini), en el alto Balsas del Estado de Michoacan. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88: 464–466.
- Roubik, D. W. (1989). *Ecology and a natural history of tropical bees*. Cambridge University Press, N. Y. USA. pp. 514.
- Roubik, D. W. (2006). Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, (37): 124–143.
- Schwarz, H. F. (1948). The stingless bees (Meliponinae) of the Western Hemisphere. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 90:1–546.

- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (1987). Las abejas africanas y su control: 2 Orientaciones Técnicas. . *Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana*. pp. 83.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (23 de octubre de 2019). *Diario Oficial de la Federación. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-002-ZOO-1994, Actividades técnicas y operativas aplicables al Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=767628&fecha=25/04/2001
- Shackleton, K., Toufaily, A., Balfour, N. J., Nasciento, F. S., Alves, D. A. y Ratnieks, F. L. (2015). Appetite for self-destruction: suicidal biting as a nest defense strategy in *Trigona* stingless bees. *Behav. Ecol. Sociobiol*, 69:273–281.
- Ulloa, J. A., Mondragón, C. P., Rodríguez, R. R., Reséndiz, V. J. y Rosas, U. P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*, 2(4): 1-4.
- Valido, A., Rodríguez, R. M. y Jordano, P. (2014). Impacto de la introducción de la abeja doméstica (*Apis mellifera*, Apidae) en el Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias). *Ecosistemas*, 23(3): 58-66.
- Van Veen, J. W. (1999). *Colony reproduction in stingless bees*. San José, Costa Rica: Litografía e imprenta Lil, S. A. pp. 67-76.
- Van Veen, J. W. (2014). Biology of honeybees and stingless bees. En G. R. Kumar, W. Reybroeck, J. W. Van Veen, y A. Gupta, *Beekeeping for Poverty Alleviation and Livelihood Security*. Chatha, Jammu, India.: Springer Science+Business Media Dordrecht 2014. pp. 105–123.
- Venturieri, G. C. (2008). *Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão*. Belém, Pará, Brasil: Edições EMBRAPA. pp. 60.
- Wille, A. (1979). Phylogeny and relationships among the genera and subgenera of the stingless bees (Meliponinae) of the world. *Rev. Biol. Trop.*, 27:241–277.
- Winston, M. L. (1987). *The biology of the honey bee*. Harvard University Press, Cambridge.
- Yurrita, C. L., Ortega, H. M. y Ayala, R. (2016). Distributional analysis of *Melipona* stingless bees (Apidae: Meliponini) in Central America and Mexico: setting baseline information for their conservation. *Apidologie*, 48: 247–258.

APÉNDICE A

Encuesta estructurada.

1. Nombre del encuestado

2. Localidad donde se llevó a cabo la encuesta

3. Sexo del encuestado

Hombre

Mujer

4. Edad del encuestado

5. Escolaridad del encuestado

Ninguna

Primaria

Secundaria

Preparatoria

Licenciatura

Posgrado

6. Ocupación principal del encuestado

7. ¿Conoce a las abejas *Apis mellifera*? (También llamadas europeas, de castilla, de cajón, mieleras, abejas que pican)

Sí

No

8. ¿Conoce a las abejas sin aguijón? (También llamadas meliponas, criollas o nativas)

Sí

No

9. ¿Cree que las abejas son importantes? ¿Por qué?

10. ¿Conoce alguno de los siguientes tipos de abejas sin aguijón?

Abeja bermeja

Abeja cepimilla

Abeja esculcona

Abeja limón o limoncilla

Abeja sapito

Abeja pintilla

Abeja trompetera

Abeja zopilota

Abeja real

Colmena de tierra

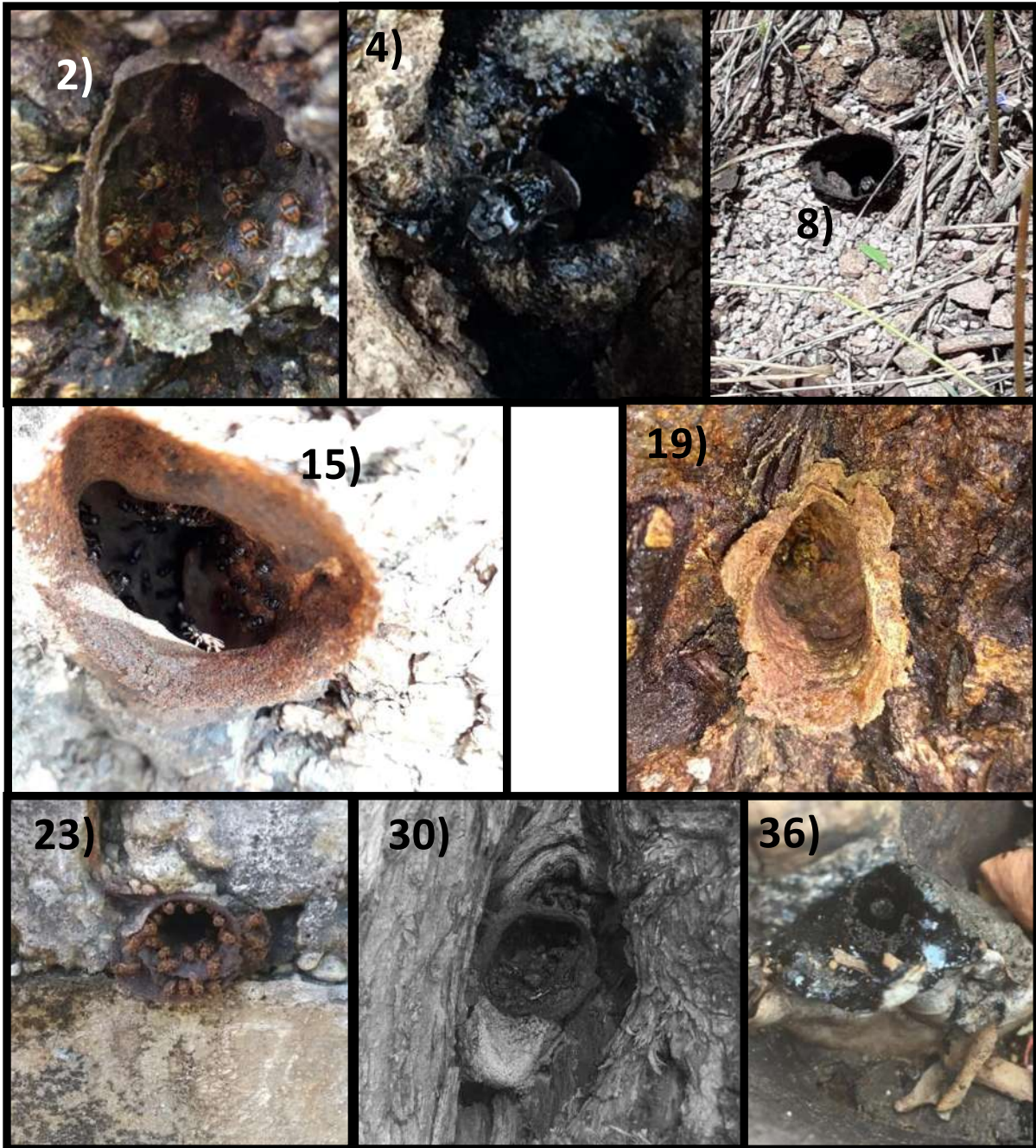
Otros:

10. Describa cómo son
11. ¿Cuándo vio estas abejas?
12. ¿Dónde vio estas abejas?
13. ¿Qué plantas conoce que sean visitadas por las abejas?
14. ¿Ha notado disminución en las poblaciones de abejas?
Sí
No
15. ¿Cuáles cree que son las causas de esta disminución?
16. ¿Ha consumido miel de abeja sin aguijón?
Sí
No
17. ¿Qué otros productos conoce que se pueden obtener de las abejas sin aguijón?
18. ¿Qué usos les dan?
19. ¿Conoce la ubicación de nidos silvestres de abejas sin aguijón?
Sí
No
20. ¿En qué localidad se encuentran?
21. ¿Sabe de personas que extraigan miel de colonias silvestres de abejas?
Sí
No
22. ¿Dónde hacen sus nidos las abejas sin aguijón?
23. ¿Cómo son sus nidos?
24. ¿Cómo obtienen la miel?
25. ¿Qué herramientas utilizan?
26. ¿En qué época del año cosechan?
27. ¿Cómo identifican una colonia que está lista para ser cosechada?
28. ¿Qué uso le dan a la miel que cosechan?
29. ¿Cosechan otro producto además de miel?
30. ¿Cuántas colonias de abejas cosechan en una temporada?

31. ¿Cuántas temporadas de cosecha al año? ¿En qué mes?
32. ¿Qué cantidad de miel obtienen por cada colonia de abejas?
33. ¿Qué cree usted que sucede con las colonias que son cosechadas?
34. ¿Conoce usted a alguien que se dedique a la crianza de abejas sin aguijón?
- Sí
- No

APÉNDICE B

Entradas de los nidos de Meliponinos muestreados.



Formas de entrada de nidos de Meliponinos: Cónica 2), 8), 15), 19), 23), 30); inconspicua o poco aparente 4), 36).

APÉNDICE C

Distribución y características de los nidos muestreados en las localidades del municipio de Carácuaro, Michoacán.

Número	Localidad	Especie	Geoposición	Altitud (m)	Hábitat
1	Carácuaro de Morelos	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	19°01'14"N 101°07'29"O	532	Tabachín (<i>Delonix regia</i>)
2	Las Guacamayas	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°58'12"N 100°59'21"O	791	Tepehuaje (<i>Lysiloma acapulcensis</i>)
3	Las Guacamayas	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°58'25"N 100°58'59"O	771	Granadillo (<i>Platymiscium lasiocarpum</i>)
4	Las Guacamayas	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°58'30"N 100°59'03"O	775	Granadillo (<i>Platymiscium lasiocarpum</i>)
5	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'23"N 100°56'57"O	735	Pared de concreto
6	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'15"N 100°59'13"O	633	Cucharillo (<i>Simira mexicana</i>)
7	Los Ejes	<i>Geotrigona acapulconis</i>	18°58'14"N 101°00'20"O	633	Bajo tierra
8	Paso de Núñez	<i>Geotrigona acapulconis</i>	18°53'35"N 100°56'31"O	647	Bajo tierra
9	Paso de Núñez	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°53'37"N 100°56'37"O	707	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
10	Paso de Núñez	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°53'17"N 100°56'55"O	702	Sangre de Toro (<i>Pterocarpus acapulcensis</i>)
11	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'16"N 100°56'55"O	701	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
12	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'17"N 100°56'55"O	712	Pared de adobe
13	Paso de Núñez	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°53'30"N 100°56'36"O	703	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
14	Paso de Núñez	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°53'16"N 100°56'53"O	684	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
15	Los Ejes	<i>Lestrimelitta chamelensis</i>	18°58'05"N 101°00'26"O	809	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)

16	Los Ejes	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°58'14"N 101°00'17"O	824	Poste de madera
17	Los Ejes	<i>Geotrigona acapulconis</i>	18°58'20"N 100°59'59"O	816	Bajo tierra
18	Zacapungamio	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°58'25"N 101°05'04"O	676	Cascalote (<i>Caesalpinia cacalaco</i>)
19	Zacapungamio	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°58'02"N 101°04'39"O	694	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
20	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'13"N 100°56'44"O	705	Cirián (<i>Crescentia alata</i>)
21	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'09"N 100°56'35"O	718	Tubo de metal
22	Carácuaro de Morelos	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	19°01'14"N 101°07'17"O	526	Pared de ladrillo
23	Carácuaro de Morelos	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	19°01'08"N 101°07'21"O	532	Pileta de concreto
24	El Anono	<i>Frieseomelitta nigra</i>	19°05'53"N 101°03'54"O	780	Trompillo (<i>Erithroxylon mexicanum</i>)
25	Paso de Núñez	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°53'25"N 100°57'02"O	700	Cuitaz (<i>Lysiloma divaricata</i>)
26	Paso de Núñez	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°53'33"N 100°56'55"O	710	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
27	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'10"N 100°55'37"O	860	Trompillo (<i>Erithroxylon mexicanum</i>)
28	El Quino	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°54'16"N 100°58'10"O	700	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
29	Carácuaro de Morelos	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	19°01'17"N 101°07'32"O	545	Jardinera de concreto
30	Capire de Bravo	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°56'38"N 101°08'20"O	609	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
31	Capire de Bravo	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°56'38"N 101°08'11"O	612	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
32	Capire de Bravo	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°56'38"N 101°08'11"O	612	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)

33	Capire de Bravo	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°56'40"N 101°08'22"O	609	Corongoro (<i>Ziziphus amole</i>)
34	Capire de Bravo	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°56'37"N 101°08'18"O	609	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
35	El Carrizal	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'57"N 100°54'57"O	840	Cuitaz (<i>Lysiloma divaricata</i>)
36	El Carrizal	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'57"N 100°54'55"O	840	Trompillo (<i>Erithroxylon mexicanum</i>)
37	El Carrizal	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'48"N 100°54'58"O	840	Cuitaz (<i>Lysiloma divaricata</i>)
38	La Lajita	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°53'52"N 100°57'57"O	660	Atuto (<i>Vitex mollis</i>)
39	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'20"N 100°59'06"O	614	Concreto
40	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'20"N 100°59'07"O	617	Ciruelo (<i>Spondias purpurea</i>)
41	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'18"N 100°59'08"O	626	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
42	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'18"N 100°59'09"O	621	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
43	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'16"N 100°59'09"O	630	Cagüirica (<i>Andira inermis</i>)
44	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'02"N 100°59'03"O	611	Granadillo (<i>Platymiscium lasiocarpum</i>)
45	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'36"N 100°56'30"O	700	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
46	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'37"N 100°56'29"O	710	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
47	Panzacola	<i>Scaptotrigona hellwegeri</i>	18°53'09"N 100°59'04"O	623	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
48	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'08"N 100°59'06"O	640	Trompillo (<i>Erithroxylon mexicanum</i>)
49	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'09"N 100°59'05"O	640	Trompillo (<i>Erithroxylon</i>)

					<i>mexicanum</i>)
50	Panzacola	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'08"N 100°59'03"O	616	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
51	Platanito	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'06"N 100°58'35"O	621	Cueramo (<i>Cordia elaeagnoides</i>)
52	Cuirindulillo	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'13"N 100°57'47"O	685	Trompillo (<i>Erithroxylon mexicanum</i>)
53	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'22"N 100°56'58"O	694	Cuitaz (<i>Lysiloma divaricata</i>)
54	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'29"N 100°57'01"O	700	Concreto
55	Paso de Núñez	<i>Frieseomelitta nigra</i>	18°53'28"N 100°57'01"O	700	Trompillo (<i>Erithroxylon mexicanum</i>)

Los números de identificación de cada nido son la referencia para su ubicación en los mapas, así como en el Apéndice B.