

00343

18



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**AVISPAS Y ABEJAS SOCIALES  
(HYMENOPTERA: VESPOIDEA; APOIDEA)  
DE CINCO ZONAS DE CAMPECHE, MÉXICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS  
(BIOLOGÍA ANIMAL)**

P R E S E N T A

**OLIVIA YÁÑEZ ORDÓÑEZ**

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. MOISÉS ARMANDO LUIS MARTÍNEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>5</b>
<b>Insectos Sociales</b>	<b>5</b>
<b>Avispas</b>	<b>5</b>
<b>Abejas</b>	<b>7</b>
<b>Estudios Faunísticos</b>	<b>8</b>
<b>Área de estudio</b>	<b>11</b>
<b>Generalidades Geográficas</b>	<b>11</b>
<b>Geología y Geomorfología</b>	<b>11</b>
<b>Fisiografía</b>	<b>11</b>
<b>Edafología</b>	<b>12</b>
<b>Hidrología</b>	<b>12</b>
<b>Vegetación</b>	<b>12</b>
<b>Clima</b>	<b>13</b>
<b>Ubicación y descripción de las zonas de recolecta</b>	<b>13</b>
<b>Estrategia metodológica</b>	<b>18</b>
<b>Trabajo de campo</b>	<b>18</b>
<b>Trabajo de gabinete y laboratorio</b>	<b>19</b>
<b>Resultados y discusión</b>	<b>21</b>
<b>Riqueza de especies</b>	<b>21</b>
<b>Diversidad en las localidades trabajadas</b>	<b>26</b>
<b>Similitud Faunística entre localidades</b>	<b>27</b>
<b>Estimación de especies en las áreas estudiadas</b>	<b>30</b>
<b>Periodos de Actividad diaria</b>	<b>34</b>
<b>Recursos florales utilizados</b>	<b>35</b>
<b>Substratos de anidación y estructura interna del nido</b>	<b>37</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>43</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>44</b>
<b>Literatura citada</b>	<b>45</b>
<b>Apéndice 1</b>	<b>50</b>
<b>Apéndice 2</b>	<b>51</b>
<b>Apéndice 3</b>	<b>54</b>
<b>Apéndice 4</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Figura 1. Tipos básicos de nidos de avispas</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2. Ubicación de las zonas de recolecta</b>	<b>14</b>
<b>Cuadro 1. Lista de los Himenópteros Sociales de Campeche</b>	<b>21</b>
<b>Figura 3. Riqueza de Himenópteros Sociales de Campeche</b>	<b>22</b>
<b>Figura 4. Porcentaje de individuos capturados</b>	<b>23</b>
<b>Figura 5. Riqueza de himenópteros sociales de Campeche por tribu</b>	<b>24</b>
<b>Figura 6. Riqueza de himenópteros sociales de Campeche por tribu (porcentaje)</b>	<b>24</b>
<b>Cuadro 2. Representatividad por género, especie y porcentaje de las tribus de insectos sociales de Campeche</b>	<b>25</b>
<b>Figura 7. Representatividad de especies por género</b>	<b>25</b>
<b>Cuadro 3. Número y porcentaje con respecto del total de la fauna de géneros, especies, especies exclusivas y especies nuevas por sitio de recolecta</b>	<b>26</b>
<b>Figura 8. Número de géneros y especies por sitio de recolecta</b>	<b>26</b>
<b>Figura 9. Representatividad de tribu por sitio de recolecta</b>	<b>27</b>
<b>Cuadro 4. Índice de similitud de Sørensen entre los sitios estudiados</b>	<b>28</b>
<b>Figura 10. Fenograma de similitud de áreas mediante el Índice de Sørensen</b>	<b>28</b>
<b>Cuadro 5. Relación entre el número de especies esperado y el recolectado de acuerdo al Modelo de Clench</b>	<b>30</b>
<b>Figura 11. Modelos de acumulación de especies para Miguel Colorado, Seybaplaya y Dzibalchén de acuerdo con el Modelo de Clench</b>	<b>31</b>
<b>Figura 12. Modelos de acumulación de especies para Zoh-Laguna y Quiché las Pailas de acuerdo con el Modelo de Clench</b>	<b>32</b>
<b>Figura 13. Nidos en cavidades</b>	<b>39</b>
<b>Figura 14. Nidos expuestos</b>	<b>41</b>

## RESUMEN

El estado de Campeche tiene el 30% de su territorio con diversos grados de protección ecológica; sin embargo, también es uno de los estados menos conocidos en cuanto a su biodiversidad. Con el fin de contribuir al conocimiento de su entomofauna y con especial interés en las avispas y abejas sociales, se realizó un estudio faunístico de éstas en cinco localidades del estado. Se recolectaron 2028 ejemplares que ahora forman parte de la colección himenopterológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la UNAM. Se registraron un total de 48 especies distribuidas en 25 géneros y tres familias.

De las especies recolectadas en este trabajo 33 (69%) son nuevos registros para Campeche. En el caso de las avispas, la tribu mejor representada fue Epiponini con siete géneros y 16 especies, mientras que en el caso de las abejas, la tribu mejor representada fue Meliponini con nueve géneros y 16 especies. Los géneros más ricos fueron *Polybia* (siete especies) y *Trigona* (seis especies) que sumados representan el 27% de la fauna. De las localidades estudiadas Quiché las Pailas fue la más rica con 30 especies, mientras que Zoh-Laguna y Seybaplaya presentaron 20 especies.

Se reconocen dos periodos de actividad; el primero va del amanecer a las 13:00 h y en el que la actividad principal es la colecta de alimento y el segundo de las 16:00 h al anochecer en el que además se recolectan materiales para la construcción del nido como lodo y resinas. En el periodo intermedio las altas temperaturas obligan a los insectos a permanecer en el nido.

Se registraron 22 especies de plantas visitadas por los insectos. *Antigonon leptopus* fue la especie más visitada por las abejas (12 géneros y 16 especies), mientras que *Hamelia patens* fue el principal recurso para las avispas (cuatro géneros y ocho especies).

Se utilizó el Índice de Similitud de Sørensen para conocer el grado de relación entre las localidades trabajadas con base a las especies compartidas. Aunque existen diferencias entre los sitios, los altos porcentajes de similitud indican más bien una fauna homogénea, resultado a su vez de la homogeneidad orográfica y climática del Estado.

Finalmente se presenta una breve descripción de la estructura del nido de algunas de las especies recolectadas.

El presente trabajo es parte del Proyecto "Fauna de Insectos Sociales del estado de Campeche" desarrollado en el Museo de la Biodiversidad Maya de la Universidad Autónoma de Campeche (UACam).

## INTRODUCCIÓN

La conducta eusocial dentro de los insectos se encuentra en los órdenes Isoptera e Hymenoptera. Si bien todas las familias de termitas (Isoptera) son sociales, en los himenópteros la conducta social se encuentra limitada a dos superfamilias, Vespoidea en la que se encuentran las avispas y las hormigas y Apoidea representada por las abejas. Para fines prácticos, en este trabajo el término "insectos sociales" lo aplicaré para referirme, tanto a avispas como a abejas.

La compleja orografía provoca una diversidad de climas que convierten a México en un sitio con una amplia gama de habitats y microambientes posibles de ser ocupados por gran número de especies. Así, México es un país megadiverso que alberga aproximadamente el 12% de la biota a escala mundial (Toledo y Ordóñez 1993), además se sobreponen en territorio mexicano horofaunas correspondientes a dos regiones biogeográficas. Por su elevado número de endemismos, México ocupa el tercer lugar entre los países con mayor diversidad biológica (Williams-Linera *et. al.* 1992).

Ante los problemas que se presentan para conocer los grupos taxonómicos en una región determinada y el impacto que las actividades humanas tienen sobre la biodiversidad, se deben seleccionar organismos que no sólo proporcionen información sobre la comunidad, sino también sirvan para medir la reducción de la biodiversidad por distintas causas: reducción del área por actividad humana o cambios ambientales. Tradicionalmente los grupos parámetro utilizados han sido aves, mamíferos, anfibios, entre los vertebrados, e insectos acuáticos y mariposas entre los invertebrados.

Los insectos sociales integran un grupo parámetro ya que su captura es fácil y puede realizarse en distintos sitios, aplicando un programa preestablecido de recolectas sistemáticas. Esto permite comparar los resultados de diferentes lugares geográficos de un mismo ecosistema, de áreas con distinta dimensión o grado de perturbación o de condiciones geográficas muy diferentes.

El incremento de las zonas urbanas, la contaminación y el uso del suelo son factores que han cambiado la calidad y la distribución de habitats disponibles para la biota nativa. La relación entre la intensidad del uso del suelo y el patrón de acumulación de especies, aporta elementos para predecir que un ecosistema con uso humano, está asociado con el decremento de la diversidad de especies (Flather 1996). Investigaciones de cómo esta relación varía significativamente de acuerdo con los grados de perturbación que presentan las áreas, refuerzan la necesidad de efectuar estudios faunísticos en zonas como el estado de Campeche, que si bien tiene el 30% de su territorio categorizado con diversos

grados de protección ecológica, también es el Estado con el mayor índice de deforestación en la Península de Yucatán.

## OBJETIVOS

### General

Conocer la fauna de avispas y abejas sociales del estado de Campeche.

### Particulares

Presentar una lista de los taxones que ocurren en el Estado.

Conocer su distribución local.

Usar el índice de similitud de Sørensen y los modelos de acumulación de especies en un sentido regional, comparando las faunas de distintas áreas.

Conocer los recursos florales utilizados por estos organismos.

Conocer los nidos, así como la estructura interna de los mismos.

## ANTECEDENTES

### **Insectos Sociales.**

La colonia de insectos altamente sociales es considerada como un superorganismo, porque en ella se encuentran representados muchos fenómenos que son análogos a las propiedades fisiológicas de órganos y tejidos, además es el mejor ejemplo de cómo se han ido desarrollando los niveles de organización. Paralelamente, la elevada densidad poblacional de las colonias (la biomasa y consumo de energía exceden a las de muchos vertebrados terrestres) en los trópicos los convierte en los principales depredadores de invertebrados (Wilson 1979).

En los insectos existen diversos grados de sociabilidad que van desde el solitario hasta el altamente social. Wilson (1979) define tres requisitos básicos que debe cumplir un taxón para ser considerado como insecto social:

- 1) Cooperación en la crianza de los organismos inmaduros.
- 2) División de labores, con presencia de individuos reproductivos e individuos trabajadores.
- 3) Traslapamiento en el tiempo de dos generaciones, contribuyendo a las labores dentro de la colonia.

### **Avispas**

Más que cualquier otro grupo de organismos, las avispas exhiben varios grados de sociabilidad, sin embargo, el comportamiento eusocial se encuentra limitado a Vespidae (Wilson 1979). Esta característica ha hecho de ellas un excelente grupo para estudios de comportamiento, mismos que han ayudado al entendimiento de la evolución del comportamiento social en los animales (Rodríguez 1996).

Desde el siglo XIX, los nidos de avispas han sido utilizados como fuente de caracteres para la clasificación de la familia, ya que diferentes géneros tienden a construir diferentes tipos de nidos (de Saussure 1853-1858).

Existe una clasificación general (Wilson 1979) (Figura 1) que divide a los nidos en:

1.- Frangocitaros, en los que el primer panal está rodeado por una envoltura, el siguiente está colgado de la orilla de la cubierta y recubierto a su vez por una nueva envoltura. Así, cada panal está fusionado con la envoltura y los panales subsiguientes están perforados simétricamente formando el agujero central de salida del nido. Estos nidos generalmente son construidos por etapas (Figura 1.1).

2.- Astelocitaros, que consisten en un panal no peciolado y plano sobre una hoja, rama o roca, cubierto por una envoltura que puede estar muy separada del borde del panal o ser independiente de éste (Figura 1.2)

3.- Stelocitaros, en los que el panal o panales son soportados por pedúnculos. Si el nido se encuentra en una cavidad o rodeado por una envoltura, los panales están adheridos a las paredes o a la envoltura por pocos pedúnculos.

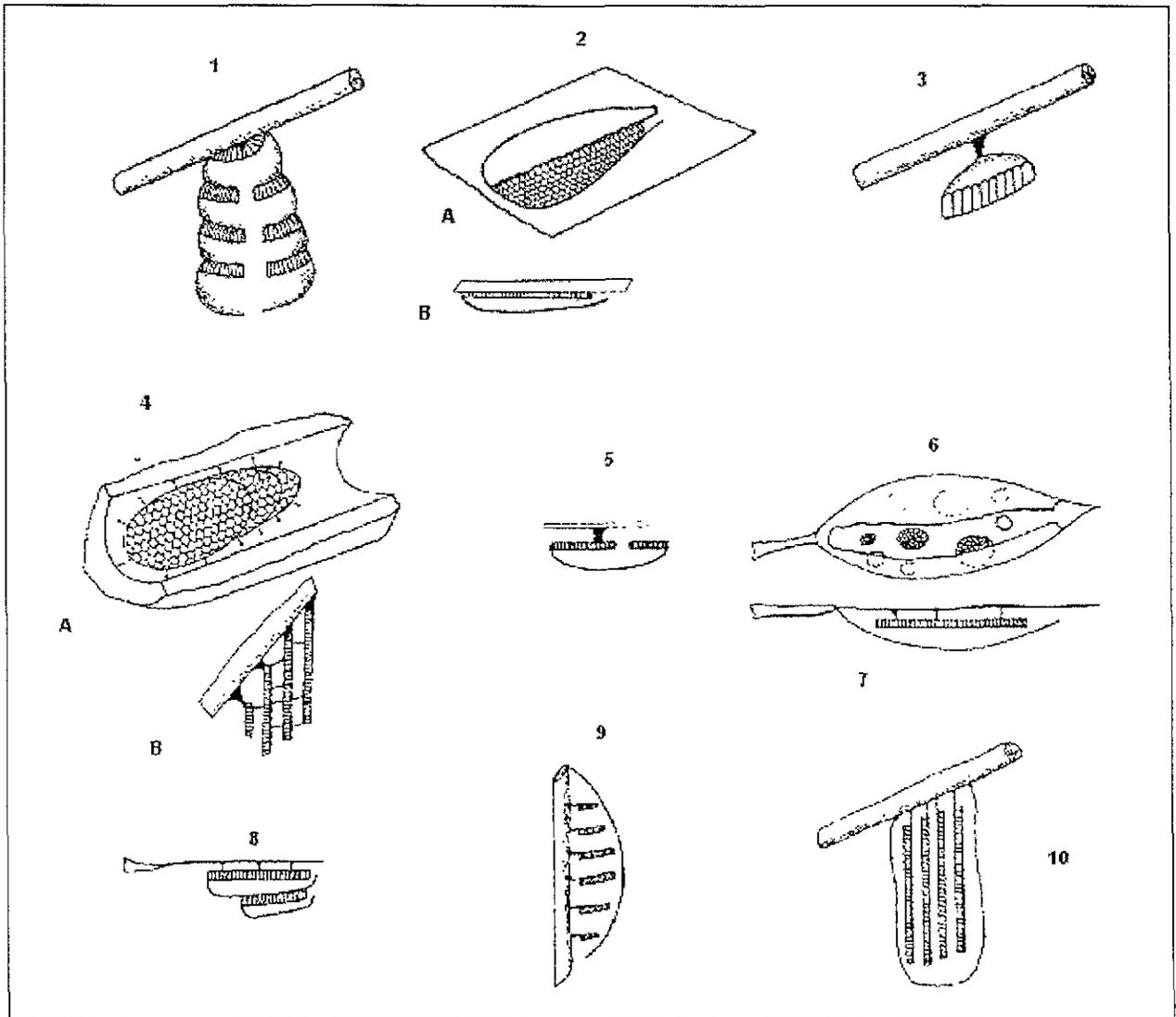


Figura 1 Tipos básicos de nidos de avispas. 1 Frágmitario; 2A Astelocitario, 2B. corte longitudinal; 3. Stelocitario gimnodomo simple 4A y B Stelocitario de varios panales, 5. Stelocitario caliptodomo; 6 y 7. Stelocitario caliptodomo de varios panales, 8, 9 y 10. Variedades de Stelocitario caliptodomo. (Tomado de Wilson 1979)

De acuerdo con de Saussure (1853-1858) estos nidos se subdividen a su vez en:

- a) Gimnodomo o simple expuesto (Figura 1.3)
- b) Gimnodomo de varios panales peciolados adheridos a las paredes de la cavidad, los panales están unidos uno a otro por varios pedúnculos. (Figura 1.4)
- c) Caliptodomo o nido de uno o más panales peciolados rodeados por una envoltura a la que pueden estar adheridos por pedicelos (Figura 1.5 a 1.10).

## Abejas

Otro grupo con un número significativo de representantes de insectos sociales es el de las abejas que se distingue por ser uno de los principales polinizadores de las plantas con flores (Free 1970). Debido a esto, son un importante componente de cualquier región geográfica. Las abejas (solitarias y sociales) juegan un papel esencial en el mantenimiento de la diversidad genética dentro de los biomas del mundo, facilitando el recambio genético entre individuos vegetales que se encuentran geográficamente aislados. Pueden ser utilizadas además como indicadores de la diversidad faunística en general y del estado de conservación de los ecosistemas.

Según Wilson (1979), existen cinco grandes taxones de abejas sociales:

### Halictidae

- 1) Tribu Halictini

### Apidae

- 2) Tribu Ceratinini
- 3) Tribu Bombini
- 4) Tribu Apini
- 5) Tribu Meliponini

Las tribus Apini y Meliponini son las más ligadas al hombre; particularmente los meliponinos que han sido cultivados en el territorio mexicano por diversos grupos étnicos desde tiempos prehispánicos (Michener 1974). Con la introducción por los españoles de la abeja melífera común (*Apis mellifera*) esta práctica casi ha desaparecido quedando reducida al cultivo para autoconsumo y al uso de los productos (cera y miel) como parte de la medicina tradicional maya (Labougle y Zozaya 1986, Morales-Rosas 1987).

Las abejas sin aguijón son las abejas más comunes y posiblemente los más importantes polinizadores en los trópicos americanos. Son menos diversas en los trópicos africanos, asiáticos, y australianos, y en Malaya no son elementos significativos de la fauna. Para un resumen de los sitios y materiales utilizados por las abejas sin aguijón, cf. Wille y Michener (1973).

Muchos meliponinos anidan en cavidades de tamaño apropiado con la dimensión de la colonia, con una pequeña abertura que funciona como entrada. La mayoría de las especies anidan en huecos de troncos o en ramas de árboles; si la cavidad es muy grande, el nido está encerrado por placas de batumen a manera de paredes. Para algunas especies diminutas, en las que el nido es pequeño y contiene sólo unos cientos de obreras, una cavidad dentro de una rama delgada o una liana es suficiente.

Algunas especies anidan al pie de los árboles, en huecos de raíces o entre ellas. Otras especies anidan en el suelo, utilizando en ocasiones nidos abandonados de hormigas, termitas o roedores. Existen varias especies, principalmente de *Trigona*, que anidan en cavidades hechas por el hombre. En los trópicos americanos es frecuente encontrar estos nidos en paredes de habitaciones. Algunos meliponinos construyen nidos expuestos soportados por las ramas de los árboles y por las traveses de construcciones (Schwarz 1948, 1949 Wille y Michener 1973)

## Estudios Faunísticos

La crisis actual de la biodiversidad y la urgente necesidad de conocer la fauna existente en el mundo, ha hecho de los estudios faunísticos la herramienta básica para alcanzar este conocimiento a través del inventario y el monitoreo biológicos (Silveira y Godínez 1996), aún cuando el inventario faunístico tiene como finalidad evidenciar de forma sintética la diversidad  $\alpha$  de algún grupo animal, además se constituye en la base para estudios más específicos. En un sentido amplio y útil, incluye información taxonómica e información sobre conducta y ecología del grupo.

De acuerdo con González-González (1992) existen tres tipos básicos de estudios florísticos; tópicos, típicos y tónicos, cuyas bases pueden aplicarse a estudios faunísticos. En este trabajo se aplicó el concepto de fauna tópica, para lo cual fue fundamental contar con el registro bibliográfico que permitiera valorar el nivel de conocimiento que a la fecha se tenía sobre el grupo en Campeche. La sistematización de registros de las especies en forma de inventario posibilitó la integración de la fauna encontrada regional o localmente, con los registros históricos permitiendo la conformación de una fauna potencial. Por fauna potencial se entiende la lista faunística total acumulada en una región. Forman parte de ella todas las especies que alguna vez se hayan registrado y todas las especies que se vayan reportando subsecuentemente, sin importar el lugar o el momento de la colecta. Es decir, en la fauna tópica todo reporte supone la presencia, algunas veces manifiesta, siempre potencial, de las distintas especies en la región.

Dado que no existirían museos sin las colecciones, formarlas es, desde luego, su función primordial, y aún cuando la recolecta de ejemplares implica extraer del ambiente a los organismos, sacrificarlos y prepararlos, este impacto puede ser justificable al utilizar el producto de las recolectas para varios proyectos de investigación que lleven al conocimiento integral del grupo trabajado. Por otro

lado, los estudios faunísticos generan datos esenciales para investigaciones en áreas básicas como taxonomía, genética y bioquímica. De esta forma se deriva, en parte, la concepción moderna de que los museos son centros de información biológica e investigación (sistematizada y disponible por medios electrónicos) y no meros sitios de almacenaje y depósito de ejemplares (Navarro y Llorente 1991).

Dentro de las herramientas utilizadas en los estudios faunísticos se encuentran los modelos de acumulación y los índices de diversidad de especies, que son utilizados para estimar su ocurrencia y abundancia, ya que típicamente se observa que en las recolectas iniciales se recolectan muchas nuevas especies y que su número va haciéndose cada vez menor conforme avanza la recolecta. El interés en describir y explicar la distribución de especies va más allá de un simple deseo de entender qué factores influyen en la estructura de la comunidad. El incremento de la población humana y el concomitante uso de la tierra han cambiado la calidad y distribución de hábitats disponibles para la biota nativa. Los índices de diversidad de especies comúnmente han sido utilizados para sumar la ocurrencia y abundancia de especies y consecuentemente como base para la elección de zonas de conservación (Flather 1996).

Existen diversos trabajos taxonómicos que hacen referencia a las avispas de México. Richards (1945, 1978) hizo la revisión taxonómica de los Polistinae de América, describiendo algunas de las especies presentes en el país, Naumann (1968) revisó el género *Brachigastra* y aportó datos taxonómicos sobre avispas mexicanas.

En México son escasos los trabajos faunísticos con avispas sociales, los Polistinae de Baja California; Chamela, Jalisco y Veracruz han sido documentados por Snelling (1970) y Rodríguez (1988) respectivamente.

Las tribus Mischocyttarini y Epiponini (Polistinae) presentan la mayor parte de sus especies en las zonas tropicales del centro y sur del país, de tal forma que en esas áreas se encuentra la mayor riqueza de especies de géneros como *Mischocyttarus* (14 spp.) y *Polybia* (7 spp.). Sin embargo, Rodríguez (1996), reportó que sólo han sido registradas tres especies de avispas sociales en Campeche, resultado de lo poco que se ha recolectado en el Estado.

Por otro lado, la fauna de abejas en la región tropical de México, con selva alta, o mediana subperennifolia es posiblemente la menos conocida del país. A un nivel más fino, en el estado de Campeche sólo han sido registradas 18 especies de abejas, entre sociales y solitarias, ocupando el último lugar en registros en México (Ayala *et al.* 1996), lo que hace que la fauna de abejas sociales del Estado sea prácticamente desconocida, aún cuando para los mayas la meliponicultura que es el cultivo y explotación de abejas sociales de la tribu Meliponini fue una actividad significativa, ya que incluso poseían una deidad-abeja específica, Ah-Muzencab, en honor de la cual celebraban fiestas para asegurar el flujo de néctar. Por otro lado, antes de la irrupción europea existía un intenso comercio de miel y cera en Mesoamérica. Los códices Troano, Peresiano, e Iro-Cortesiano, hacen referencia a

la práctica de la meliponicultura entre el pueblo maya. Con la llegada de los españoles, se introdujo la abeja melífera común (*Apis mellifera* L.), sin embargo, su explotación no se hizo sistemática sino hasta el presente siglo (Cid 1990).

La práctica de la explotación y manejo de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) ha sido desarrollado por los indígenas de varias regiones de México y han sido documentados en Sinaloa, Guerrero, la Península de Yucatán y Tabasco (Schwarz 1948,1949; Bennett 1964; González-Acereto 1983, 1989, 1992 y Dixon 1987).

Ayala (1992, 1999) realizó la revisión taxonómica del grupo basándose principalmente en material proveniente de colecciones y propuso una clave para la determinación a nivel específico.

La fauna de insectos sociales de Campeche es, a la fecha prácticamente desconocida pues no se han realizado estudios entomofaunísticos anteriores a éste. El alto grado de desconocimiento de la fauna de abejas y avispas sociales y en general de la biota, se debe en gran parte a que en el estado no se han llevado a cabo recolectas sistemáticas, Ayala *et al.* (1996) registran que sólo han sido visitadas 12 localidades del estado, entre las que destacan sitios de carácter turístico como el Valle de Edzná, más conocido por sus zonas arqueológicas que por su biodiversidad. Esto sitúa a Campeche como el estado número 26 con relación al esfuerzo de recolecta de abejas en México.

Muchos de los registros biológicos con los que se cuenta a la fecha se han establecido en la Península de Yucatán, al ser recolectados en algunos de los sitios que la conforman, pero no se cuenta con el registro de presencia en Campeche. Así, muchos de los datos obtenidos en este trabajo tendrán el carácter de nuevos registros, aún cuando se trate de especies comunes y de amplia distribución.

## ÁREA DE ESTUDIO

### Generalidades Geográficas

La Península de Yucatán está ubicada al sureste del país, comprende los estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo, las porciones este de Tabasco y noreste de Chiapas, también se encuentra incluido el norte de Guatemala (El Petén) y Belice (Ruiz 1994).

El estado de Campeche se encuentra situado en la parte occidental de la Península de Yucatán, entre los 17°48' y los 20° 51' de latitud norte y los 89° 05' y los 92° 28' de longitud oeste (Sales 1996). Colinda al norte con el Golfo de México y Yucatán; al este con Quintana Roo y Belice; al sur con Guatemala y Tabasco, al oeste con Tabasco y el Golfo de México (INEGI 1996) (Figura 2).

### Geología y Geomorfología.

De acuerdo con Padilla-Sánchez y Aceves-Quesada (1992), todas las áreas de estudio se originaron en el Terciario Inferior, específicamente en el Paleoceno. Lo mismo que la geología de toda la Península de Yucatán, la de Campeche indica un territorio reciente y con formaciones sedimentarias, clasificado en dos regiones definidas: peninsular e ístmica.

La porción peninsular se caracteriza por ondulaciones y suelos cársicos (calizas) en los que se han encontrado fósiles marinos del Plioceno. La formación de rocas sedimentarias corresponde a los períodos Terciario y Cuaternario. La porción ístmica presenta fragmentos finos y gruesos de carbonato de calcio y magnesio de origen marino que se acumularon durante el Eoceno y Oligoceno (Sales 1996, CGSNEGI 1996).

### Fisiografía.

La fisiografía del Estado comprende dos provincias (INEGI 1996), la XI ó Provincia de la Península de Yucatán, dividida a su vez en las subprovincias 62 ó del Carso Yucateco y la 63 ó del Carso y Lomeríos de Campeche que abarcan el 81.02% del territorio estatal. La Provincia XIII ó Llanura Costera del Golfo Sur comprende la subprovincia 76 de Llanuras y Pantanos tabasqueños y ocupa el 18.98% restante. Se considera a la superficie estatal formada por rocas sedimentarias, que descansan en formaciones terciarias y que no han recibido movimientos orogénicos notables. Cerca de Champotón se observan algunas elevaciones no mayores de 100 m denominadas Sierra Alta o Sierrita. En los límites de Yucatán se presentan ondulaciones hasta de 200 m s.n.m. En el sureste, cerca de la frontera con Quintana Roo, se encuentran elevaciones de 350 m s.n.m. (Sales 1996).

## Edafología.

Los suelos de la entidad se clasifican en: terra rosa o tropicales rojos de grupo laterítico, que se forman bajo condiciones de humedad abundante y por la descomposición progresiva de las rocas a causa del agua; los gleysoles, constituidos en condiciones de humedad excesiva, bajo inundaciones constantes y con drenaje deficiente; arbumíferos, entre los que se encuentra el pardo, amarillo de bosque y pardo rojizo. Existen otros tipos de suelo como los litosoles, afloraciones de roca y los pantanosos (Sales 1996).

## Hidrología.

De acuerdo con las zonas en las que se clasifica físicamente al Estado, la zona istmica forma parte de la región hidrológica Grijalva-Usumacinta y abarca los ríos San Pedro, Palizada, Chumpán, Candelaria y Mamantel, además del río Champotón localizado en la parte media del Estado (INEGI 1996).

La zona peninsular carece de corrientes superficiales, sin embargo son muy importantes las subterráneas, cuya temperatura en el norte de la entidad oscila entre 20 y 30 °C. Su nivel freático adquiere profundidades que van de 5 a 150 m; estos recursos tienen limitantes de profundidad y riesgos de intrusión salina. Como la plataforma peninsular ha sido fracturada intensamente, el agua de las lluvias ha tomado vías subterráneas por lo que existen pocas corrientes externas que tienen un recorrido corto y no alcanzan a influir en el modelado de la superficie (Sales 1996).

## Vegetación.

Miranda (1959), cita dos grupos de características que necesariamente influyen sobre la vegetación, y son aquéllas derivadas de la circulación y de la calidad de las aguas. En todo el Estado, es difícil encontrar aguas blandas, aún cuando hay algunas aguas cuya salinidad no es muy elevada. La mayor parte de las aguas se filtran a través de las calizas o penetran por sus grietas, presentándose el fenómeno de circulación subterránea

En el estado se presentan selva y sabana, además de la vegetación propia de la zona costera. Se distingue la selva alta perennifolia, mediana caducifolia, mediana subcaducifolia, baja caducifolia y baja subperennifolia. En la zona istmica del estado las selvas se integran a áreas sabanoides y en las costas se encuentran dunas costeras, manglares pantanosos, lagunas costeras salobres o albuferas, estuarios y palmares (Vázquez 1981; Gío-Argáez 1996).

Las especies más representativas en la selva alta son árboles que alcanzan alturas entre 40 y 60 m como caoba (*Swetenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela mexicana*). En la selva mediana los árboles alcanzan alturas entre 20 y 25 m como el pukté (*Bucida buceras*) y el ramón (*Brosimum alicastrum*); por último en

la selva baja los árboles varían entre 15 y 20 m de los cuales sólo quedan el dzalam (*Lysiloma bohamensis*) y el cedro, debido a que la vegetación original fue desplazada entre otras causas, por el cultivo del henequén (Vázquez 1981; Gío-Argáez 1996).

La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más importante en el estado, así como el que mayor extensión abarca (SGSNEGI 1996). En este tipo de vegetación encontramos árboles como amapola (*Bombax ellipticum*), caoba (*Swetenia macrophylla*) y chakah (*Bursera simaruba*), entre otros. A este tipo vegetacional corresponden las zonas de Miguel Colorado, Zoh Laguna y Quiché las Pailas, aunque con diferentes grados de perturbación. En Seybaplaya se encuentra dominancia de selva baja en la que destacan árboles como *Aspidosperma stegomeris*, *Ficus cotinifolia* y *Gyrocarpus americanus*, entre otros, mientras que a Dzibalchén lo encontramos inmerso en la sabana, que consiste fundamentalmente de una pradera de gramíneas, dentro de la cual se pueden encontrar diseminadas las siguientes especies arbustivas: jícaro (*Crescentia cujete*), nanche (*Byrsomina crassifolia*) y tachitón (*Curatella mericana*) (Vázquez 1981; Gío-Argáez 1996).

## Clima.

El clima del estado obedece principalmente a tres factores: a) ausencia de elevaciones que puedan actuar como barreras naturales para los vientos dominantes, b) localización geográfica al sur del Trópico de Cáncer y c) las precipitaciones pluviales. En el estado, la temperatura máxima anual es de 42 °C, la mínima de 8 °C y la media anual de 26 °C (Sales 1996).

Se presentan tres tipos de clima: dos cálidos, húmedos y subhúmedos, con lluvias en verano que presentan precipitaciones mayores de 60 mm durante el mes más seco; y un clima semiseco con lluvias en verano y escasas a lo largo del año que sólo se presenta en Punta Nimúm. La precipitación pluvial aumenta de norte a sur y es un factor determinante en la distribución de los tipos de vegetación (CGSNEGI 1996).

## Ubicación y descripción de las zonas de recolecta.

A continuación se presenta la ubicación (Figura 2) y una descripción general de cada zona muestreada.

**Miguel Colorado:** se sitúa a 129 km al Sur de la Ciudad de Campeche, pertenece al Municipio de Champotón que se localiza entre los 19°49' y 19°41' de latitud norte y 89°32' y 91° 08' longitud oeste (Sales 1996).

La ruta de acceso es la siguiente: partiendo de la ciudad de Campeche se toma la carretera federal 261 rumbo al sur pasando por Lerma, Seybaplaya, Champotón, Vicente Guerrero, San Pablo Pixtum, José María Morelos y Pavón, Macachi y Graciano Sánchez, seis km después de este último punto se continúa

por camino de terracería y a 10 km se encuentra Miguel Colorado, situado a 84 Km de su cabecera municipal y a 30 km de Escárcega (INEGI 1995).

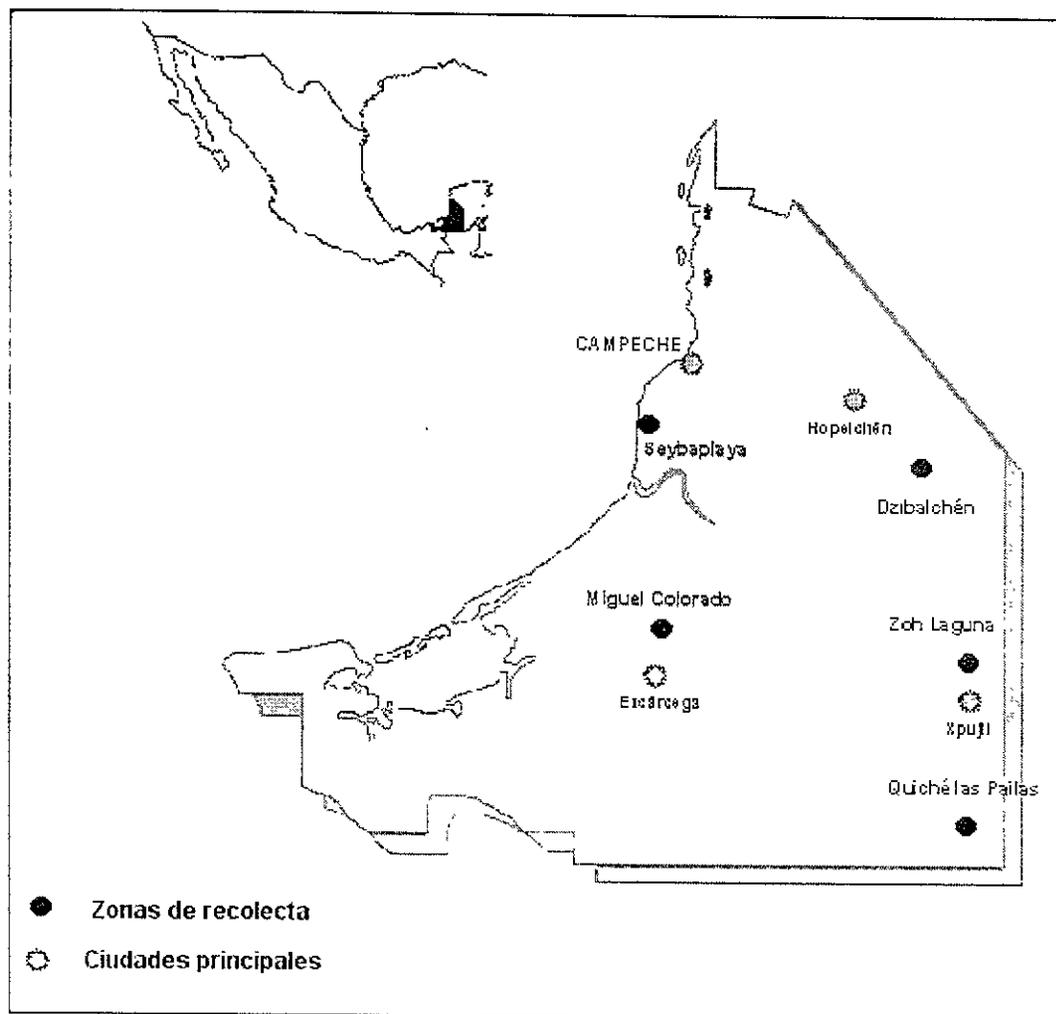


Figura 2. Ubicación de las zonas de recolecta

Miguel Colorado presenta una superficie plana, sólo con algunas ondulaciones menores a 100 m, pertenece a la región hidrológica RH30 y carece de aguas superficiales corrientes pero se encuentra rodeado por un gran número de cenotes, entre los que destaca "Ojo Azul".

Presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano  $Aw_1$ . La precipitación media anual oscila entre 1200 y 1500 mm, la temperatura media anual es de 27 °C y la evapotranspiración oscila entre los 1000 y los 1500 mm.

Los paisajes están transformados y sólo muestran algunos de los componentes naturales originales (relieve, clima y suelo). Las relaciones funcionales se han modificado y/o adaptado para lograr un fin determinado. Los

insumos de materia y energía en gran medida son artificiales (agroquímicos, irrigación, mecanización). Algunos de estos paisajes con grado de modificación alto, son el resultado de una prolongada e inadecuada explotación agrícola y ganadera. Los asentamientos humanos son importantes modificadores del paisaje (Martínez-Mulia *et al.* 1992). Presenta además, una amplia parte de su territorio convertido en potreros, resultado de la influencia de la cultura ganadera del estado de Tabasco.

**Seybaplaya:** a esta localidad puede llegarse por la carretera federal 180, se localiza a 30 km al sur de la Ciudad de Campeche y a 33 km de su cabecera municipal. Se localiza a 19° 38' 45" latitud norte y 90° 41' 39" longitud oeste.

Seybaplaya y Miguel Colorado presentan rendzinas con una capa rica en materia orgánica, litosoles en los que, a poca profundidad se encuentran rocas duras y luvisoles que permiten la acumulación de arcilla en el subsuelo (INEGI 1996).

De Seybaplaya parte la Sierra Alta, que en su recorrido por la costa forma la punta Morro. Se desprende también en dirección a Los Chenes, la cordillera de Sierra de Seybaplaya que presenta elevaciones menores a 300 metros. Además pertenece a la región hidrológica RH31, se encuentra a la orilla del mar y carece de aguas superficiales. Presenta un clima tipo  $Aw_0$  que corresponde al cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano de menor humedad, propio de latitudes bajas donde se manifiesta el máximo calor solar. La precipitación media anual es de 800 a 1200 mm, la temperatura media anual es de 26.5 °C, y la evapotranspiración media anual es de 900 mm.

**Dzibalchén:** se encuentra en el municipio de Hopelchén que se localiza entre los 17°48' y 20°11' latitud norte y los 89°06' y los 90°09' longitud oeste (Sales 1996). Se llega de la ciudad de Campeche por la carretera federal 180, tras un recorrido de 85 km se arriba a Hopelchén, en este punto se toma por la carretera estatal 269 rumbo al sur para continuar por Xcupil, Santa Rita Becanchén, Konchén, Pac-Chén, finalizando el recorrido en Dzibalchén, a 41 km de la cabecera municipal y a 126 km de la Ciudad de Campeche (INEGI 1995).

Al igual que Zoh Laguna y Quiché las Pailas, Dzibalchén presenta los siguientes tipos de suelos: rendzinas-litosoles, que son suelos delgados y pedregosos con arena, rendzinas-litosol-vertisol pélicos de origen coluvial que se encuentran en zonas de inundaciones y rendzina-luvisol crómico, vertisol-crómico, localizados en zonas planas; son de color rojo, negro o pardo con alto contenido de humedad y un buen drenaje natural (Sales 1996). Pertenece a la región hidrológica RH32, carece de agua superficiales, debido a las características del suelo que permite una rápida filtración e incorporación al manto freático.

En Dzibalchén se encuentra la Cordillera de Dzibalchén con elevaciones de hasta 200 m y una pronunciación de la Meseta de Zoh Laguna. Los paisajes naturales muestran una transformación significativa de la cubierta vegetal, como

consecuencia de las actividades agrícolas, ganaderas, y forestales, así como por los asentamientos rurales y urbanos pequeños y dispersos; algunos de ellos son armónicos con su entorno natural. Aparece vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea, sin embargo, las alteraciones en la recirculación e intercambio de sustancias y energía en los ciclos biogeoquímicos no son notables. Se hacen evidentes algunos procesos erosivos de origen antrópico. Presenta clima tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano  $Aw_1$ , la precipitación media anual es de 900 mm, la temperatura media anual de 26 °C y la evapotranspiración oscila entre 1000 y 1100 mm (Martínez-Mulia *et al.* 1992).

**Zoh-Laguna:** De Dzibalchén se continúa hacia el sur, tomando la carretera estatal 269, pasando por Ukum, X Mabén, Bel Ha y el Refugio hasta llegar a Zoh Laguna que pertenece al municipio de Calakmul, cuya ubicación está entre los 19°12'00" y los 17°48'39" de latitud norte y los 89°09'04" y los 90°29'05" de longitud oeste (Gobierno del Estado 1997). Zoh Laguna está situado a 302 km de la Ciudad de Campeche y a 10 km de Xpujil, su cabecera municipal,.

Zoh Laguna se caracteriza por tener pequeñas elevaciones de relieve calcáreo, entre las que destaca el Cerro Xpujil, la cumbre más alta en el estado con una altura de 350 m s.n.m. y orientación de noroeste a sureste. Zoh Laguna presenta clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con humedad media ( $Aw_1$ ). Registra una temperatura media anual de 24.6 °C, la más alta se presenta en mayo y junio y es de 27.5°C y la más baja en diciembre y enero de 21.0 °C. La precipitación media anual es de 1 138 mm, la más alta para todo el municipio presenta además, los promedios mensuales más altos entre mayo y junio y los más bajos en febrero y marzo. La evapotranspiración media anual oscila entre 700 y 1000 mm.

**Quiché las Pailas:** de Zoh-Laguna se continua por camino de terracería hacia el sureste del mismo municipio, haciendo el siguiente recorrido: Nuevo Campanario, El Carrizal, Manuel Castillo Brito, Polo Norte, Narciso Mendoza, Cristóbal Colón, para llegar finalmente a Quiché las Pailas, que se encuentra a 375 km de la Ciudad de Campeche y a 70 km de la cabecera municipal (INEGI 1995) pertenece a la Meseta de Zoh Laguna que fisiográficamente pertenece al Petén de Guatemala. Cercano a Quiché las Pailas, se encuentra el cerro Los Chinos, en esta zona existen elevaciones de entre 100 y 200 metros, sobre todo en las áreas colindantes con Quintana Roo y más hacia el sur, con Guatemala.

Tanto Zoh-Laguna como Quiché las Pailas, pertenecen a la región hidrológica RH31, presentan una mínima existencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza del suelo y a su formación geológica. Estos factores provocan la formación de corrientes subterráneas y aguas acumuladas sobre una capa impermeable con una profundidad que varía de 60 a 150 m.

En Quiché las Pailas las relaciones básicas de los paisajes naturales están poco alteradas por la explotación de recursos. Los cambios más importantes se dan al nivel de la cubierta vegetal. Los mecanismos autorreguladores tienden a restablecer el paisaje natural (Martínez-Mulia *et al.* 1992), sin embargo, desde 1994 la creación de caminos ha facilitado el tráfico de madera, elevando así la tasa de deforestación.

Para la región de Quiché las Pailas las condiciones son semejantes a las de Zoh-Laguna, presentando mayor humedad, lo que implica un clima tipo Aw<sub>2</sub> (Sales 1996; Vidal-Zepeda 1989).

Por lo anterior puede observarse que el estado presenta una alta homogeneidad en todas sus características y que las diferencias en cada zona de estudio son el resultado, por un lado, del gradiente pluvial que aumenta de norte a sur y por otro lado al grado de perturbación de cada zona.

## ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Para tener representadas las cuatro zonas socioeconómicas que conforman al Estado y que de manera directa se convierten en representantes de cuatro tipos bióticos diferentes, la elección de las localidades se hizo con base en mapas de vegetación, pero sobre todo tomando en cuenta el grado de perturbación que presentan. De ahí se escogieron las siguientes localidades:

1. Ejido Miguel Colorado, como representante de la región ganadera dada su cercanía con Escárcega.
2. Dzibalchén en la Región de los Chenes, en la región agrícola.
3. Seybaplaya, en la zona costera.
- 4 y 5. Zoh-Laguna y Quiché las Pailas en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

### Trabajo de campo.

Se hicieron cuatro salidas de recolecta a cada región, distribuidas de la siguiente forma: 1) Época seca, 2) Época de lluvias, 3) Final de la época de lluvias y 4) Época de nortes. Se invirtió, en la medida de lo posible, el mismo esfuerzo de recolecta en el espacio (ambientes y microambientes) y en el tiempo (horas/hombre). Con el fin de tener representados los organismos activos a diferentes horas del día, la recolecta se llevó a cabo en tres períodos durante el día, de acuerdo con Linsley (1958, 1978) y Linsley *et al.* (1952), el primero entre las 07:00 y 09:00 h, el segundo entre las 09:01 y 16:00 h y el tercero de las 16:01 h a la puesta del sol, que aunque representa recolectar todo el día, sirve para apreciar las diferencias conductuales de los insectos sociales como por ejemplo el forrajeo crepuscular y la afectación por el cambio de temperatura al amanecer y al anochecer

Las recolectas de abejas y avispas siguieron el método propuesto por Silveira y Godínez (1996); se realizaron con red entomológica aérea, buscando sobre las diferentes plantas en floración y en los diferentes hábitats que pudieran ocupar (cuerpos de agua, oquedades en paredes de adobe, troncos y tallos secos, entre otros), los ejemplares capturados fueron sacrificados en cámaras letales de cianuro de potasio y para evitar la pérdida excesiva de humedad, que los hiciera quebradizos, poco después de morir fueron depositados en cámaras con acetato de etilo. Cuando se localizaron nidos, se recolectaron los reproductores y otras castas presentes; la recolecta de nidos se hizo con base a lo propuesto por Linsley *et al.* (1952).

En el diario de campo se anotaron los siguientes datos de recolecta: localidad, tipo de vegetación, asociación vegetal, fecha, hora, colector, substrato y condiciones

del tiempo (temperatura y humedad relativa). Con estos datos y otros complementarios, como posición geográfica, sexo del ejemplar y nombre científico se llevó a cabo el etiquetado y rotulado de los ejemplares.

Para conocer las plantas utilizadas por las abejas y las avispas se recolectaron y prensaron aquellas sobre las cuales se encontraron al menos diez ejemplares de hembras. Posteriormente fueron determinadas con la asesoría del M. en C. Rodolfo Noriega, investigador del Herbario del Museo de la Biodiversidad Maya y pasaron a formar parte del Herbario de esta institución.

Los ejemplares entomológicos resultantes, se integraron a las colecciones del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la UNAM, apegándose a sus normas.

### **Trabajo de gabinete y laboratorio.**

Las abejas y avispas se montaron en seco en alfileres entomológicos del número dos. Para evitar la pérdida de caracteres taxonómicos los ejemplares diminutos que no pudieron ser atravesados por el alfiler, fueron pegados a éste con esmalte transparente por su lado derecho. Para propósitos de determinación a cada espécimen se le abrieron las mandíbulas, se extendieron las partes bucales y en el caso de los machos se expuso el aparato genital (Borror *et al* 1981; Steykal *et al.* 1986) A cada ejemplar se le asignó una etiqueta con los datos correspondientes, así como un número único dentro de la colección.

Para propósitos de determinación de las abejas sociales, se utilizaron las claves a nivel genérico de Michener *et al.* (1993) y la propuesta por Ayala (1992, 1999) para nivel específico. Se visitó la colección del MVZ Jorge González Acereto, investigador de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), quien cuenta con la colección viva más importante de abejas sin aguijón de la Península de Yucatán. Para fines de identificación taxonómica se contó con la asesoría del M. en C. Luis Manuel Godínez del Museo de Biodiversidad Maya, de la UACam. Por otro lado, para la determinación taxonómica de las avispas sociales se utilizó la clave de Richards (1978) dicha determinación fue corroborada posteriormente por el Dr. James M. Carpenter.

Inmediatamente después de cada salida de campo, la información recabada se sistematizó en una base de datos en Microsoft Excel versión 7, se contó además con la asesoría del L.I. Hugo Pool Gómez, jefe del departamento de sistemas del Programa de Ecología Aplicada y Manejo de Ambientes Terrestres (ECOMAT).

Se aplicó el modelo de acumulación de especies de Clench (1979) el cual utiliza el esfuerzo de captura para calcular el total de especies de una determinada localidad, originalmente basado en la ecuación de Michaelis-Menten para describir un mecanismo de saturación en donde la reacción de la enzima se encuentra determinada por la cantidad de sustrato.

La ecuación es la siguiente:

$$S(t) = at / (b+t)$$

Donde  $S(t)$  = número de especies acumulado;  $a$  = valor asintótico;  $b$  = constante relacionada con esfuerzo de recolecta;  $t$  = esfuerzo de recolecta expresado en unida de tiempo.

Con ayuda del paquete estadístico CSS: Statistica versión 3.0 y la hoja de cálculo Excel versión 7.0 se calculó el número de especies esperado en cada localidad. Para conocer el grado de similitud entre los sitios trabajados se utilizó el Índice de Similitud de Sørensen, ampliamente utilizado en estudios faunísticos, que relaciona a las áreas mediante las especies compartidas entre ellas (Magurran 1988; Krebs 1989), y cuya formula se describe a continuación:

$$IS = \frac{2S}{N1+N2}$$

Donde :  $S$  = Número de especies compartidas

$N1$  = Especies totales de la primera localidad

$N2$  = Especies totales de la segunda localidad

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Riqueza de especies.

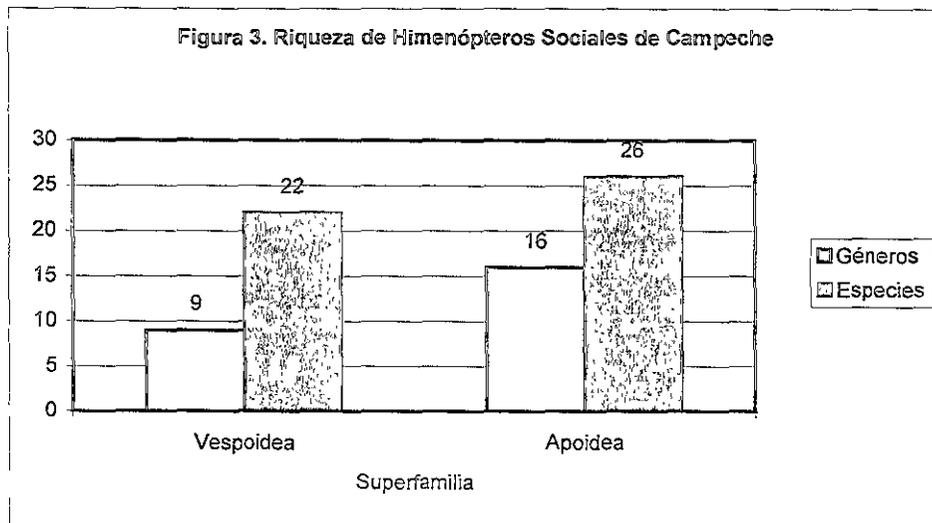
Se recolectaron un total de 2028 individuos que representan 48 especies distribuidas en 25 géneros y tres familias (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Lista de los Himenópteros Sociales de Campeche**

<p><b>VESPOIDEA</b>  <b>Vespidae</b>  <b>Tribu Epiponini</b></p> <p><i>Agelaia areata</i> (Say 1837)  <i>A. sp. 1</i>  <i>A. sp. 2</i>  <i>Apoica (Apoica) pallens</i> Lepeletier 1804  <i>Brachigastra mellifica</i> (Say 1837)  <i>Metapolybia</i> sp.  <i>Parachartergus apicalis</i> (Fabricius 1804)  <i>Polybia (Apopolybia) similima</i> F. Smith 1862  <i>P. (Myraptera) diguetana</i> du Buysson 1905  <i>P. (Myraptera) occidentalis nigratella</i> Buysson 1905  <i>P. (Pedothea) emaciata</i> Lucas 1879  <i>P. (Trichinothorax) nigrina</i> Richards 1978  <i>P. bifasciata</i> de Saussure 1854  <i>P. flavifrons hecuba</i> Richards 1951  <i>Synoecca cyanea</i> (Fabricius 1775)  <i>S. septentrionalis</i> Richards 1978</p> <p><b>Tribu Mischocyttarini</b></p> <p><i>Mischocyttarus (Kappa) immarginatus</i> Richards 1940  <i>M. (Phi) mexicanus</i> (de Saussure 1854)</p> <p><b>Tribu Polistini</b></p> <p><i>Polistes (Epicnemius) pacificus</i> Fabricius 1804  <i>P. (Onerarius) carnifex</i> (Fabricius 1775)  <i>P. (Aphanilopterus) instabilis</i> de Saussure 1853  <i>P. (Palisotus) major</i> Palisot de Beauvois 1818</p>	<p><b>APOIDEA</b>  <b>Halictidae</b>  <b>Tribu Halictini</b></p> <p><i>Halictus (Halictus) ligatus</i> Say 1837  <i>H. (Seladonia) hesperus</i> Smith 1862</p> <p><b>Tribu Augochlorini</b></p> <p><i>Augochlora (Oxystoglossella) aunifera</i> Cockerelle 1897  <i>A. (Oxystoglossella) n. sp. 1</i>  <i>A. (Oxystoglossella) azteca</i> (Cockerelle)  <i>Augochlorella pomoniella</i> (Cockerelle 1915)  <i>Megalopta</i> sp.  <i>Pereirapis semiaurata</i> (Spinola)</p> <p><b>Apidae</b>  <b>Tribu Apini</b></p> <p><i>Apis mellifera</i> Linnaeus 1758</p> <p><b>Tribu Bombini</b></p> <p><i>Bombus (Fervidobombus) medius</i> Cresson 1863</p> <p><b>Tribu Meliponini</b></p> <p><i>Cephalotrigona zexmeniae</i> (Cockerell 1912)  <i>Lestrimellita nitkib</i> Ayala 1999  <i>Melipona beecheii</i> Bennett 1935  <i>M. yucatanica</i> Camargo, Moure &amp; Roubik 1988  <i>Nannotrigona perilampoides</i> (Cresson 1878)  <i>Partamona bilineata</i> (Say 1837)  <i>Plebeia (Plebeia) frontalis</i> (Friese 1911)  <i>P. (Scaura) latitarsis</i> (Friese 1900)  <i>Scaptotrigona pectoralis</i> (Dalla Torre 1896)  <i>Trigona (Friesiomelitta) nigra</i> (Lepeletier 1836)  <i>T. (Tetragonisca) angustula</i> (Lepeletier 1825)  <i>T. (Trigona) corvina</i> Cockerell 1913  <i>T. (Trigona) fulviventris</i> Guérin 1844  <i>T. (Trigona) fuscipennis</i> Friese 1900  <i>T. (Trigona) nigerima</i> Cresson 1878  <i>Trigonisca (Trigonisca) pipioli</i> Ayala 1999</p>
--	---

Vespoidea (avispas), se encuentra representada por Vespidae y por las tribus Polistini, Mischocyttarini y Epiponini. Se recolectaron nueve géneros y 22 especies; por su parte Apoidea (abejas), está representada por Halictidae y Apidae y cinco tribus que son: Augochlorini, Halictini, Apini, Bombini y Meliponini. De este grupo se recolectaron 16 géneros y 26 especies (Figura 3, Cuadro 1). En

este trabajo se recolectaron todos los grupos con conducta social postulados por Wilson (1979).



Se amplía el área de distribución de los himenópteros sociales al encontrarse 33 especies no registradas en los listados de Rodríguez (1996) y Ayala *et. al.* (1996) para las avispas y abejas de México. De éstas, 19 corresponden a avispas y 14 a abejas (86% y 54% del total recolectado para cada grupo) (Apéndice 1).

Cabe destacar que hasta 1996, las especies de Vespidae citadas para Campeche eran sólo seis (Rodríguez, 1996), entre las que se encontraban tres de avispas sociales que fueron recolectadas en este estudio (*Brachigastra mellifica*, *Polistes instabilis*, y *Polybia occidentalis nigratella*), las 19 especies restantes se consideran nuevos registros para el Estado. En relación con las abejas, sólo se encontraban registradas para Campeche 18 especies (seis de especies solitarias y 12 de especies sociales). Se recolectaron en este estudio todas las especies sociales antes registradas, *Apis mellifera*, *Bombus medius*, *Cephalotrigona zexmeniae*, *Halictus hesperus*, *Melipona beecheii*, *Partamona bilineata*, *Plebeia frontalis*, *Scaptotrigona pectoralis*, *Trigona corvina*, *T. fulviventris*, *T. fuscipennis*, y *T. nigra*. Las 14 especies restantes son consideradas también nuevos registros.

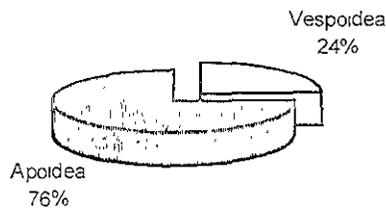
La pobreza de especies registrada antes de este trabajo, es el reflejo de lo expuesto por Ayala *et al.* (*op. cit.*) quienes sitúan a Campeche en el lugar número 32 con relación al esfuerzo de recolecta invertido para conocer la melitomofauna del Estado, en comparación con el resto de la República. En el grupo de las avispas, Campeche ocupaba el cuarto lugar con el menor número de registros y sólo se encontraba por encima de Tlaxcala, Querétaro y Quintana Roo con uno, dos y cinco registros respectivamente (Rodríguez 1996).

Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio, aunados a las recolectas paralelas de abejas solitarias y parásitas realizados en los sitios trabajados, muestran que el número de especies de abejas en Campeche es de alrededor de 120, entre las que se encuentran al menos tres especies nuevas para la ciencia. Dado lo anterior, el Estado ocuparía ahora el sitio número 20 con respecto a la riqueza de abejas que han sido registradas en la República, tomando en cuenta que en la parte suroeste del Estado donde se encuentran sitios de relevancia ecológica como Laguna de Términos, no se han llevado a cabo recolectas. El estudio de estas zonas seguramente incrementará el número de especies en Campeche.

Desgraciadamente, no existen recolectas que puedan actualizar los datos en cuanto al número de especies de avispas tanto solitarias como sociales. La carencia de ellos, muestra la enorme necesidad de inventariar los recursos naturales de sitios como Campeche que prácticamente son desconocidos en cuanto a su biodiversidad.

De los ejemplares recolectados, 490 corresponden a avispas (nueve géneros y 22 especies) y 1538 a abejas (16 géneros y 26 especies), lo que representa el 24.1 y 75.87% respectivamente de los individuos recolectados (Figura 4).

Figura 4. Porcentaje de individuos capturados



Dentro de Vespidae, la tribu Epiponini está representada por siete géneros y 16 especies. Las tribus Polistini y Mischocyttarini cuentan con un género, cuatro y dos especies respectivamente. Estos resultados muestran que Vespidae en las localidades trabajadas y posiblemente en el Estado, tienen una ocurrencia concordante con la distribución de géneros y especies en el continente americano, ya que de acuerdo con Richards (1978), Epiponini y Mischocyttarini son más numerosos que Polistini, tanto en géneros como en especies. Los porcentajes de ocurrencia de cada tribu con respecto del total de la fauna, así como del grupo de las avispas pueden ser consultados en el cuadro 2 y las figuras 5 y 6.

Respecto a Apoidea, las tribus Apini y Bombini cuentan cada una con un género y una especie. Halictini cuenta con un género y dos especies, mientras que

la tribu Augochlorini está representada por cuatro géneros y seis especies. La tribu Meliponini es la mejor representada dentro de este grupo, ya que cuenta con nueve géneros y 16 especies (Figura 5, 6). Los resultados obtenidos confirman que si bien, la conducta eusocial en las abejas encuentra su máxima expresión en las especies de la tribu Apini (género *Apis*), el mayor número de representantes de abejas sociales corresponde a Meliponini, grupo de origen tropical y cuyas especies son consideradas los polinizadores más eficientes de las plantas con flores en los trópicos (Roubik 1989). Los porcentajes de ocurrencia de cada tribu con respecto del total de la fauna, así como del grupo de las abejas pueden ser consultados en el cuadro 2 y las figuras 5 y 6.

Figura 5. Riqueza de himenópteros sociales de Campeche por tribu

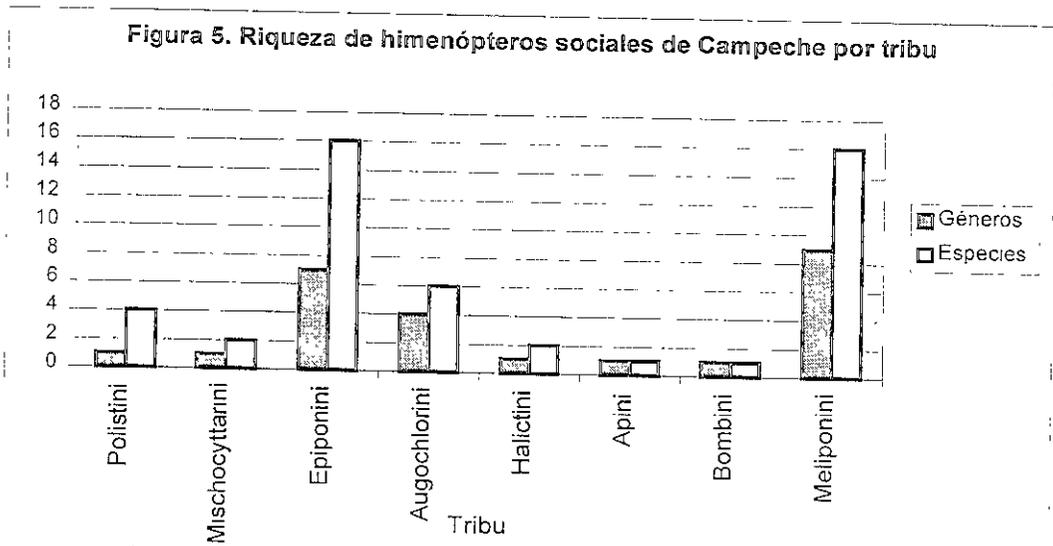
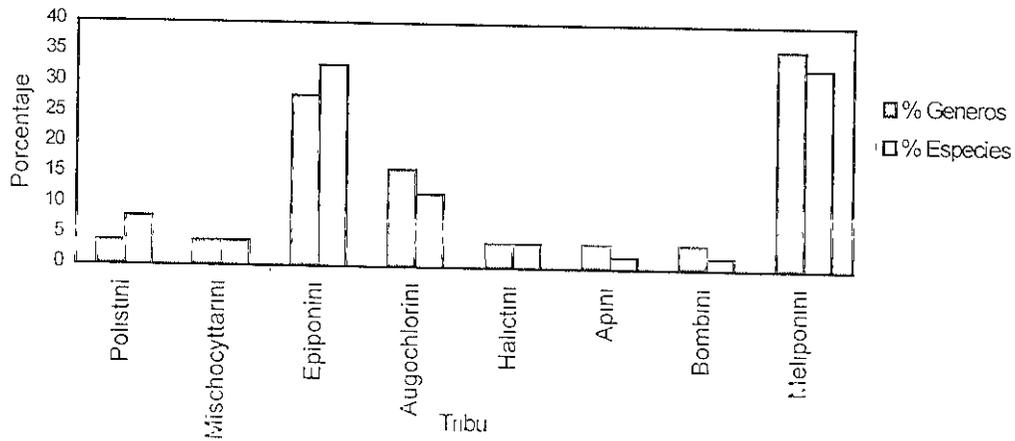


Figura 6. Riqueza de himenópteros sociales de Campeche por tribu (porcentaje)



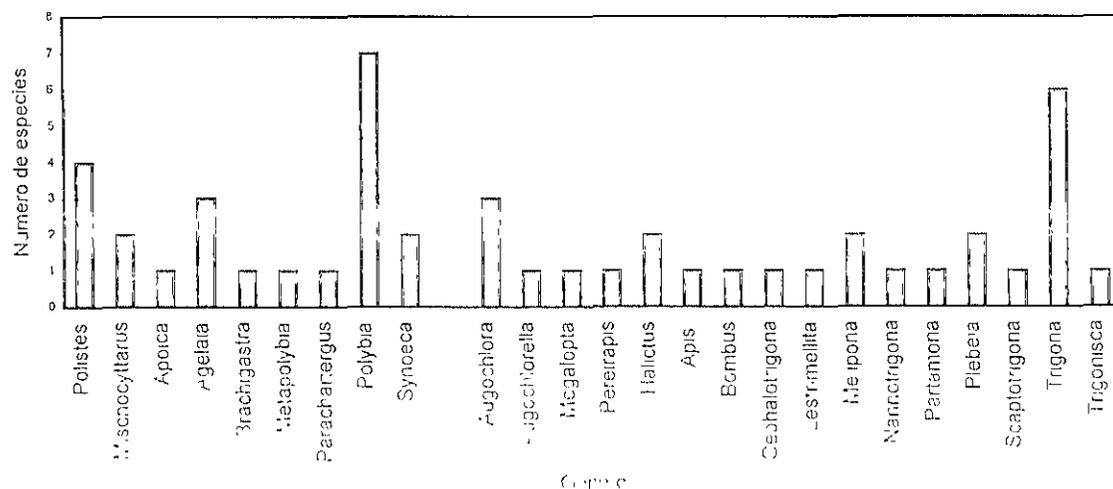
Cuadro 2. Representatividad por género, especie y porcentaje de las tribus de insectos sociales de Campeche.				
Tribu	Total Géneros de Avispas 9	Total de Especies de Avispas 22	Total de Géneros 25	Total de Especies 48
Polistini	1 (11%)	4 (18%)	1 (4%)	4 (8%)
Mischocyttarini	1 (11%)	2 (9%)	1 (4%)	2 (4%)
Épiponini	7 (77%)	16 (72%)	7 (28%)	16 (33%)
	Total Géneros de Abejas 16	Total Especies de Abejas 26	Total de Géneros 25	Total de Especies 48
Augochlorini	4 (25%)	6 (23%)	4 (16%)	6 (12%)
Halictini	1 (6%)	2 (7%)	1 (4%)	2 (4%)
Apini	1 (6%)	1 (4%)	1 (4%)	1(2%)
Bombini	1 (6%)	1 (4%)	1 (4%)	1(2%)
Meliponini	9 (56%)	16 (61%)	9 (36%)	16 (33%)

De acuerdo con el listado de Ayala (1992, 1999) para las abejas sin aguijón de México, las 16 especies de meliponinos encontradas en Campeche representan 35% de la fauna de este grupo que cuenta con 46 especies en el país.

El género más rico fue *Polybia* con siete especies seguido por *Trigona* con seis. Sumados, estos dos taxones concentran el 27% de las especies; *Polistes* está representado por cuatro especies, mientras que *Agelaea* y *Augochlora* por tres. *Halictus*, *Melipona*, *Mischocyttarus*, *Synoeca* y *Plebeia* cuentan con dos. Los 15 géneros restantes (60%) están representados por sólo una especie (Figura 7).

Se encontraron 21 especies (44%) que son exclusivas de alguna zona de recolecta. Todos los sitios muestreados presentan al menos una especie de este tipo.

Figura 7. Representatividad de especies por género



### Diversidad en las localidades trabajadas

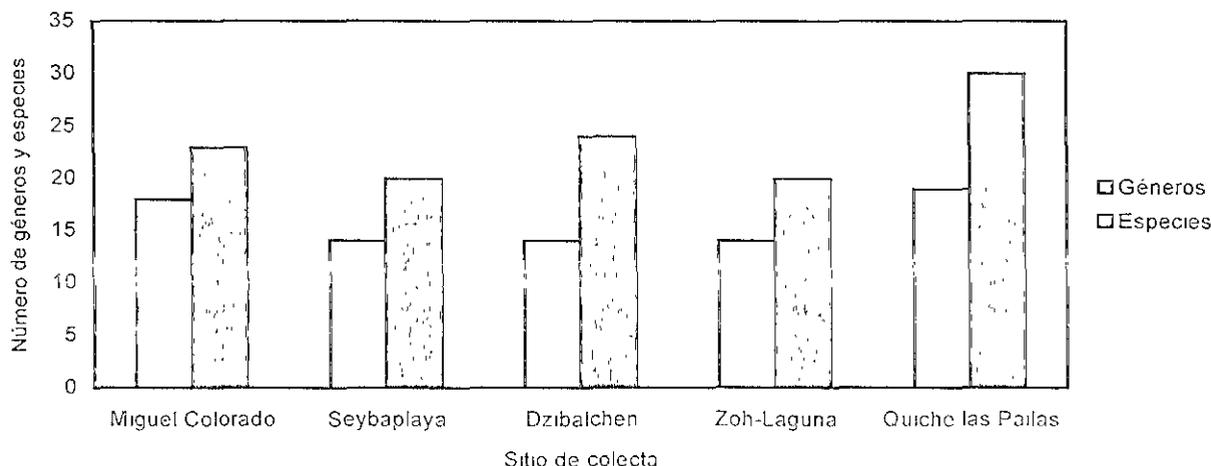
De las localidades muestreadas la más rica fue Quiché las Pailas. En ella se registraron 30 especies distribuidas en 19 géneros, además en esta localidad se encontró el mayor número de especies exclusivas (12) que representan 57% del total de la fauna de este tipo. Dzibalchén ocupó el segundo lugar con una riqueza específica de 24 y una genérica de 14, con dos especies exclusivas.

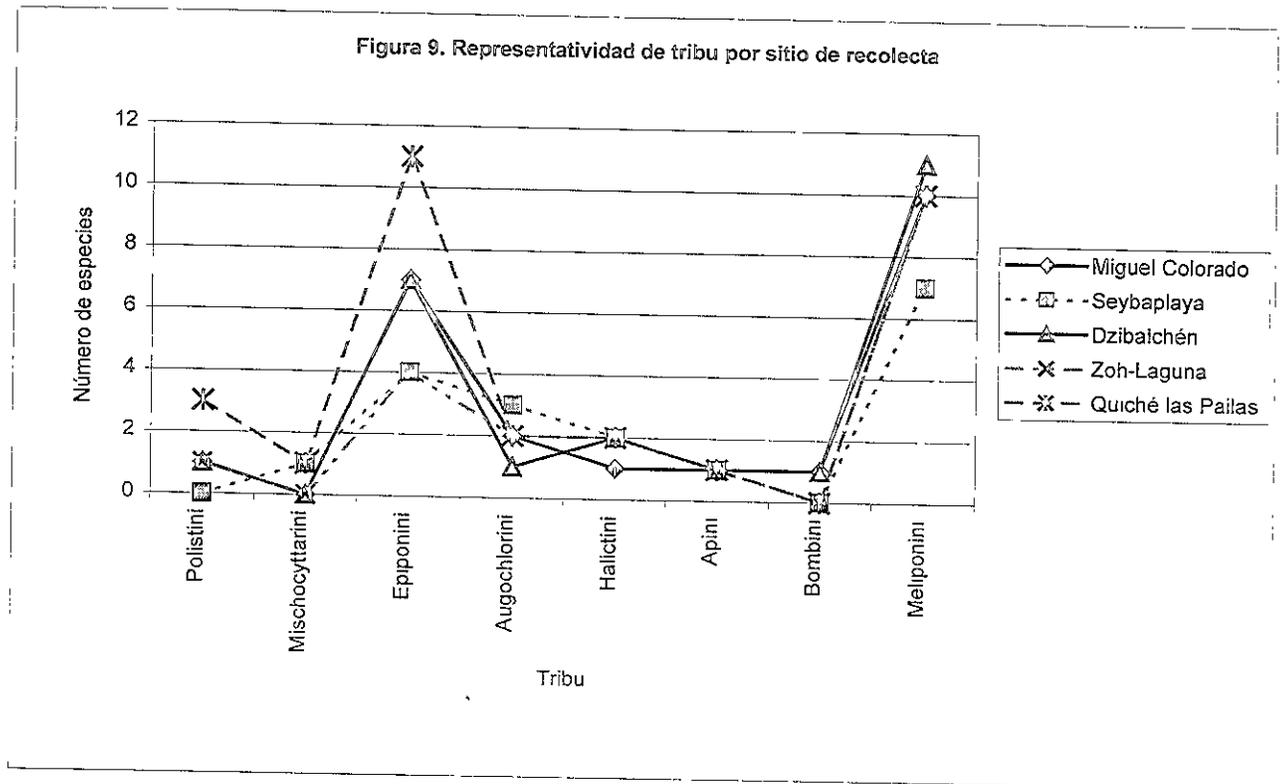
Miguel Colorado, por otro lado, cuenta con 23 especies correspondientes a 18 géneros y dos especies exclusivas. Seybaplaya y Zoh-Laguna fueron las zonas menos diversas con 20 especies y 14 géneros cada una. En cuanto a fauna exclusiva, Seybaplaya presentó tres especies, mientras que Zoh-Laguna contó con dos. En el cuadro 3 se ofrece una síntesis del número y porcentaje con respecto del total de la fauna, así como de especies nuevas reportadas para cada sitio. La lista de especies de cada localidad, puede ser consultada en el apéndice 1.

**Cuadro 3. Número y porcentaje con respecto del total de la fauna de géneros, especies, especies exclusivas y especies nuevas por sitio de recolecta.**

	Total de Géneros 25	Total de Especies 48	Total de Especies Exclusivas 21	Total de Especies Nuevas 28
Miguel Colorado	18 (72%)	23 (48%)	2 (9.5%)	10 (35%)
Seybaplaya	14 (56%)	20 (41%)	3 (14%)	9 (32%)
Dzibalchén	14 (56%)	24 (50%)	2 (9.5%)	10 (35%)
Zoh-Laguna	14 (56%)	20 (41%)	2 (9.5%)	9 (35%)
Quiché las Pailas	19 (76%)	30 (62%)	12 (57%)	21 (75%)

**Figura 8. Número de géneros y especies por sitio de colecta**





En las figuras 8 y 9 se presenta la distribución de géneros, especies y tribus para cada sitio trabajado. Se observa que la presencia de tribus sigue más o menos el mismo patrón de distribución, siendo Epiponini y Meliponini las más ricas en especies para todos los sitios. De acuerdo con Rodríguez (1996) Epiponini presenta la mayor parte de sus especies en las regiones tropicales del centro y sur del país por lo que se esperaría que en Campeche fueran abundantes. Por su parte, Meliponini es el grupo de abejas que cuenta con el mayor número de especies sociales; es además un grupo de distribución pantropical y los más eficientes polinizadores de las plantas con flores de los trópicos, así que su abundancia en el estado no es de extrañar.

#### Similitud Faunística entre localidades

Mediante el índice de similitud de Sørensen (Magurran 1988; Krebs, 1989) se encontró que a nivel global la similitud más alta es la existente entre Zoh-Laguna y Dzibachén con un valor de 0.77 (Cuadro 4; Apéndice 3).

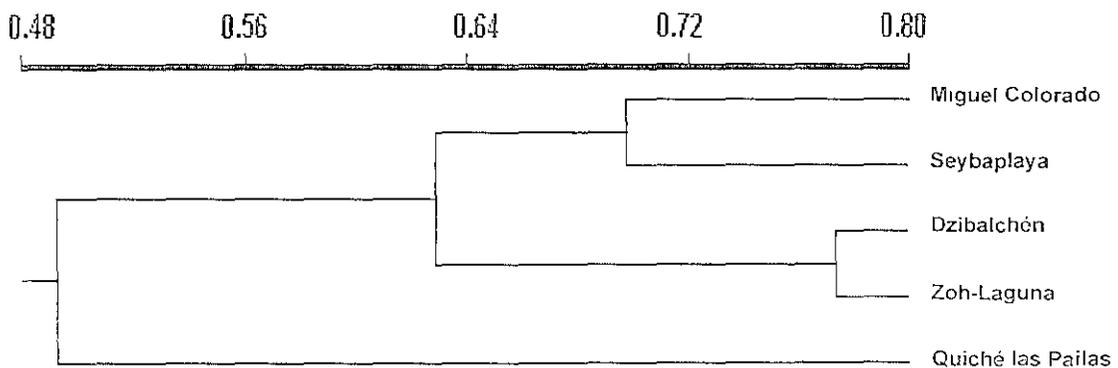
**Cuadro 4. Índice de similitud de Sørensen entre los sitios estudiados.<sup>1</sup>**

	Miguel Colorado	Seybaplaya	Dziblachén	Zoh-Laguna	Quiché las Pailas
Miguel Colorado	1				
Seybaplaya	0.6976744	1			
Dziblachén	0.7234043	0.6818182	1		
Zoh-Laguna	0.5581395	0.5500000	0.7727273	1	
Quiché las Pailas	0.4905660	0.4000000	0.5185185	0.5600000	1

<sup>1</sup> Los valores de especies compartidas pueden ser consultados en el apéndice 3.

Con estos datos se procedió a elaborar un fenograma que reflejara el grado de similitud entre las zonas trabajadas mediante el método de ligamento UPGMA. Las distancias que se observan en las ramas indican que si bien las faunas presentan cierto grado de diferencia, se trata de faunas muy similares, lo que puede deberse a que la topografía de Campeche no presenta accidentes que provoquen la ocurrencia de microambientes que pudieran actuar como sitios especiales para ciertas especies y que las diferencias se deben mas bien a la presencia de fauna exclusiva en cada sitio y al grado de deterioro de los ambientes (Figura 10).

**Figura 10. Fenograma de similitud de áreas mediante el índice de Sørensen**



En el fenograma se observan dos grupos principales; uno que contiene como único elemento a Quiché las Pailas y otro que agrupa a los cuatro sitios restantes. Quiché las Pailas es el sitio más rico tanto en taxones específicos como en especies exclusivas, cabría entonces preguntarse si la topografía no influye de manera más contundente que en los otros sitios ¿Qué elementos permiten la ocurrencia de un mayor número de especies?. La respuesta podría encontrarse en el grado de conservación del sitio ya que Quiché las Pailas presenta una vegetación poco modificada por la influencia humana, no presenta terreno destinado a la ganadería y el poco ganado que hay en el sitio se alimenta de vegetación silvestre actuando como precursor del desarrollo foliar de muchas especies vegetales.

Por otro lado, presenta Selva Mediana con alto grado de conservación con árboles de hasta 20 metros de altura con copas extendidas que provocan un dosel más o menos denso pero que permite la filtración de los rayos solares, características que ofrecen múltiples sitios para el establecimiento de nidos, a diferencia de otros lugares de recolecta, las colonias no se observaron en construcciones humanas. Un ejemplo de cómo influyen estas características se observó en *Trigona angustula*, especie exclusiva de este sitio y de la cual sólo se encontraron nidos en árboles de más de 10 metros de altura y situados en ramas cercanas a la copa, situación que no se presenta en ningún otro sitio de recolecta.

El segundo grupo que se observa en el fenograma se encuentra subdividido a su vez en dos agrupaciones, una que reúne a Seybaplaya y a Miguel Colorado y otra que asocia a Dzibalchén y a Zoh-Laguna.

Miguel Colorado es uno de los sitios que presenta mayor modificación del paisaje debido a la influencia humana, se ha desmontado una buena parte de selva para dedicarla a la agricultura y a la ganadería semi extensiva, aquí se encontraron nidos de abejas y avispas en su mayoría asociados a las construcciones, tanto en casas tradicionales mayas como en construcciones de concreto y metal como escuelas. Y aunque físicamente no parece tener relación con Seybaplaya que se encuentra al nivel del mar, podemos asociarlos puesto que Seybaplaya es un típico poblado de pescadores a la orilla del mar, erosionado y con vegetación costera, que no ofrece variedad de sitios de anidación y al igual que en Miguel Colorado los nidos se asocian a construcciones humanas, sin embargo, aquí el sitio preferido de anidación es el techo de palma de las palapas que se encuentran a la orilla del mar y que son utilizadas para secar al sol algunos productos pesqueros.

Por su parte, el grupo formado por Dzibalchén y Zoh-Laguna es el que presenta mayor similitud; pese a que Dzibalchén presenta un número mayor de especies, la fauna de Zoh-Laguna se encuentra inmersa en la de Dzibalchén, a excepción de dos especies, *Ageiata areata* y *Pereirapis semiaurata* que coincidentemente sólo se encontraron en Zoh-Laguna

El grado de conservación en ambos lugar, es aunque similar, es menor en Zoh-Laguna mientras que en Dziblachén se hace un uso más armónico del ambiente. Así, las relaciones ecológicas de las especies con su medio parecen ser determinantes en la ocurrencia o no de las mismas.

### Estimación de especies en las áreas estudiadas

Mediante el modelo de Clench (1979) se obtuvo el número de especies esperadas y se calculó la curva de acumulación de especies para cada localidad. En todos los casos el modelo predice un número mayor de especies al número recolectado (Cuadro 5).

<b>Cuadro 5. Relación entre el número de especies esperado y el recolectado de acuerdo al Modelo de Clench.</b>					
	Miguel Colorado	Seybaplaya	Dzibaichén	Zoh-Laguna	Quiché las Pailas
Especies esperadas	29	23	26	24	39
Especies recolectadas	23	20	24	20	30
Porcentaje del total esperado	79	87	92	83	77

De acuerdo con este modelo, para recolectar el 100% de las especies serían necesarias alrededor de 1000 horas de recolecta en cada sitio (Figuras 11, 12). Cabe hacer notar que este tipo de herramientas es útil como elemento predictivo del número de especies que pueden estar presentes en la zona, sin embargo, los modelos de acumulación de especies han sido criticados ya que su comportamiento y por tanto el número de especies esperado se ve afectado al variar algunos parámetros entre los que se encuentra la unidad de esfuerzo (León 1995)

Para este estudio el modelo indica que para todos los sitios trabajados se ha colectado más del 75% de la fauna (Cuadro 5).

El número y abundancia de especies registradas guarda relación directa con la frecuencia de recolecta, así como con los métodos utilizados, la heterogeneidad ambiental y las especies mismas. En la recolecta de los insectos sociales no se han implementado cebos o trampas para su captura como en el caso de lepidópteros, escarabajos lamelicornios o ciertos grupos de dípteros, de tal forma que la red aérea es el único medio para recolectarlos. Así pues, el radio de acción y efectividad del colector está en relación directa con su movilidad, habilidad, experiencia en la recolecta y el conocimiento ecológico y taxonómico del grupo. Esto constituye un factor limitante en el conocimiento de la fauna ya que algunas especies no son recolectadas al no reparar en todos los métodos posibles de captura.

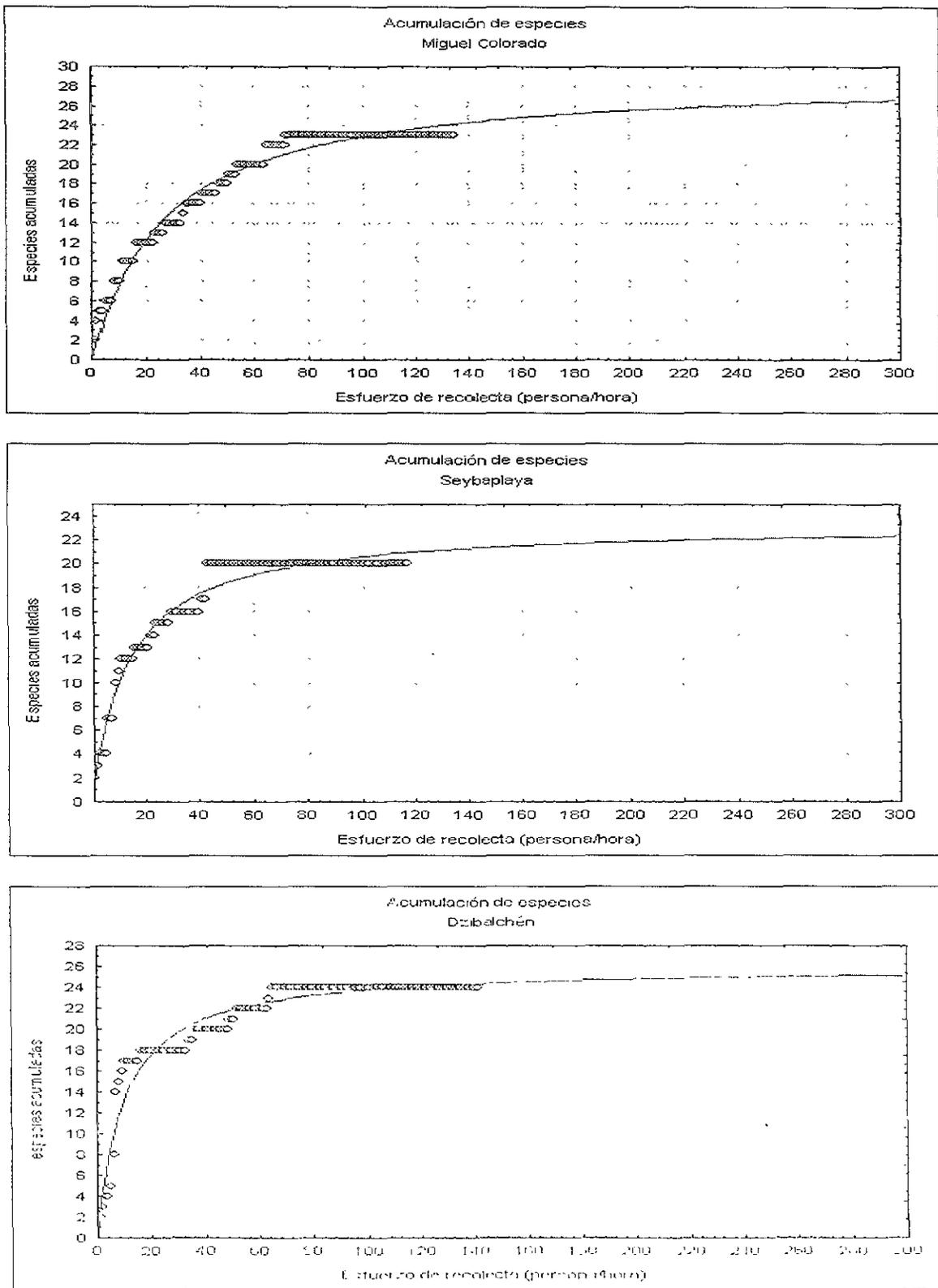


Figura 11. Curva de acumulacion de especies para Miguel Colorado, Seybaplaya y Dzibalchen de acuerdo con el Modelo de Clench.

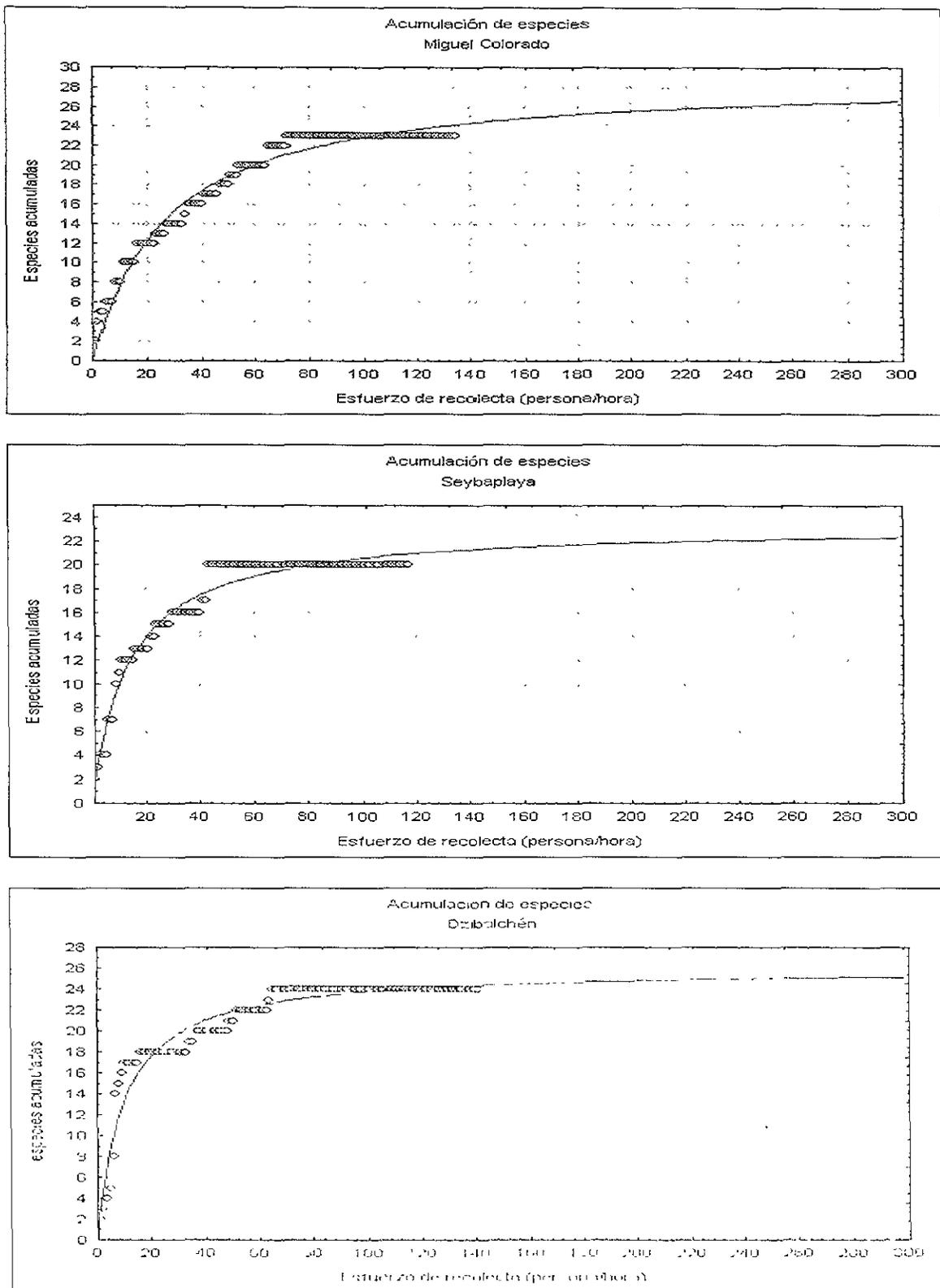


Figura 11. Curva de acumulación de especies para Miguel Colorado, Seybaplaya y Dzibalchén, de acuerdo con el Modelo de Gini.

abejas pueden tener poblaciones que van desde unos cientos de individuos hasta varios miles de ellos con actividad de forrajeo que se caracteriza por un gran número de individuos y colonias perennes; las colonias de avispas presentan una población que va de unas decenas de individuos, en colonias de tamaño promedio y de unos pocos cientos en las de mayor tamaño, además de que el forrajeo no sigue un patrón cooperativo, sino más bien individualista.

En cuanto a la riqueza de especies para cada sitio muestreado se esperaba que tuviera una relación directa con la conservación del sitio. Esto se cumplió en Quiché las Pailas que es el sitio mejor conservado y en el que la influencia humana es casi nula pese a que la creación de caminos de acceso esta incidiendo fuertemente sobre los recursos forestales que sirven como substrato de anidación para los insectos en cuestión. A pesar de que muchos de los pobladores han sido entrenados como técnicos en biodiversidad (Godínez, com. pers.) la atracción monetaria muchas veces es más fuerte que la educación ecológica, ya que mientras se desarrollaba este estudio se encontraron varios nidos destruidos, hecho que los pobladores justificaron diciendo que una asociación dedicada a la protección ecológica estaba comprando los nidos para establecer cultivos con el fin de multiplicarlos y así contribuir a su protección. Nunca supimos si se llevó a cabo o no el cultivo pero lo que sí es seguro es que muchos de los nidos fueron destruidos por la falta de conocimiento acerca de la biología de anidación y de los métodos correctos de extracción del mismo.

Uno de los objetivos iniciales del Museo de Biodiversidad del Mundo Maya (MBM) de la Universidad Autónoma de Campeche, al desarrollar este estudio fue el establecimiento de meliponarios que tendrían como fin, rescatar las técnicas ancestrales mayas de cultivo y contribuir a la conservación de las especies al multiplicar las colonias. Siguiendo las recomendaciones de González-Acereto (1989) para el cultivo y manejo de abejas sin aguijón, se diseñaron cajas de madera que cumplieran con las especificaciones requeridas. Se localizaron nidos de especies que fueran abundantes (*Trigona fulviventris* y *Nannotrigona perilampoides*), procediendo a la extracción de los nidos y a su posterior introducción en las cajas. Esta operación se realizó con éxito y las abejas pronto ubicaron a la caja como el sitio al que debían de regresar después del forrajeo.

Así mismo, la menor diversidad encontrada en Seybaplaya y Zoh Laguna es el reflejo del alto grado de perturbación de ambas zonas en las que la influencia humana ha modificado ampliamente el paisaje original, ya que se consideran como sitios con mayor grado de deforestación.

En Miguel Colorado, no obstante que presenta un alto grado de deforestación, ya que mucha de su superficie ha sido destinada a la agricultura y a la creación de potreros para cría de ganado, encontramos un número alto de especies y géneros. Esto podría sugerir que la abundancia y distribución de especies, si bien están influenciadas por el grado de conservación de cada sitio, también obedecen a factores que permiten su presencia pese al grado de perturbación como son la disponibilidad de sitios de anidación y de alimentación.

Lo anterior contrasta con lo encontrado en Dzibalchén donde la población está conformada en su mayoría por personas de origen maya que aún llevan a cabo métodos y técnicas tradicionales de preparación y cultivo de la tierra; aquí es usual encontrar predios que en su parte trasera tienen destinada una porción de tierra para cultivos de autoconsumo con productos como plátano (*Musa paradisiaca*), tamarindo (*Tamarindus indica*), papaya (*Carica papaya*), además de forrajes como ramón (*Brosimum alicastrum*) para el consumo del ganado. La alta diversidad de insectos sociales en este sitio puede estar relacionada con la abundancia de plantas utilizadas como sustrato de anidación entre las que se encuentran el plátano, el ramón y las mismas casas tradicionales mayas, además de acacias silvestres (*Acacia spp.*). Los pobladores observan una mayor tolerancia hacia las colonias, a diferencia de sitios como Quiché las Pailas donde fue frecuente observar colonias quemadas o extraídas de su sitio natural.

### Periodos de Actividad Diaria

Se reconocen dos periodos de actividad de los himenópteros sociales en Campeche, uno que inicia al alba (entre las 5:00 y 6:00 h) y se extiende hasta las 13:00 h. En él, se presenta el pico de actividad para todas las especies y la actividad principal es la recolecta de alimento. Un segundo periodo inicia cuando la incidencia de rayos solares ha disminuido (16:00 h) y se prolonga hasta el anochecer. En este lapso se recolectan alimento y materiales para la construcción del nido como lodo y resinas. Durante el periodo intermedio, las temperaturas altas ocasionan que los insectos se refugien en el nido, mientras que en las flores sólo se observa actividad de *Apis mellifera* y en algunas ocasiones de *Scaptotrigona pectoralis*.

Los factores ambientales del trópico inciden directamente sobre la eficiencia en la recolecta de los insectos sociales. A diferencia de las zonas templadas y frías, en las que la actividad se ve afectada por las bajas temperaturas del amanecer y atardecer, en las zonas trabajadas la actividad de los insectos se ve interrumpida por las altas temperaturas que se presentan entre las 13:00 y las 16:00 h. Éstas temperaturas alcanzan en ocasiones 42 °C en la época más caliente del año. El carácter social y la alta densidad poblacional de las colonias determinan patrones de forrajeo intensivo que permiten cubrir los altos requerimientos energéticos de la colonia. Así, el periodo de actividad máxima coincide con aquél en el cual las flores ofrecen mayor cantidad de recursos, ya que éstas también son afectadas por la temperatura y presentan menor disponibilidad de néctar cuando las temperaturas son altas y la pérdida de agua es mayor.

Por otro lado, la nubosidad, la lluvia, y sobre todo los fuertes vientos que se presentan en la época de huracanes constituyen otro factor limitante en la actividad de estos insectos, ya que los obliga a permanecer dentro del nido por días enteros. Es en esta época del año en la que la recolecta fue directamente de los nidos cuando éstos se tenían localizados.

A diferencia de los insectos solitarios en los que los ciclos de vida están determinados por la abundancia y disponibilidad de recursos son de carácter estacional, en los insectos sociales la permanencia de la colonia permite su captura y seguimiento fenológico a lo largo de todo el año. Por otro lado, la interacción con los pobladores permite saber que muchas de las colonias llevan varios años establecidas en el mismo sitio.

### Recursos florales utilizados

Se registraron 22 especies de plantas (Apéndice 2) que fueron visitadas por los himenópteros sociales en las cinco localidades estudiadas. Para conocer la preferencia por recursos alimenticios sólo se tomaron en cuenta plantas sobre las que se recolectaron diez ó más hembras. 12 especies de himenópteros sociales (25%) no se recolectaron sobre flores (seis de avispas y seis de abejas).

El 96% de las especies de abejas (25) son recolectoras de polen y sólo *Lestrimelitta nitkib* (4%) es cleptoparásita, es decir, es una especie social que ha evolucionado como robador de recursos en colonias de abejas sociales, carece de escopas (estructuras recolectoras de polen) y de pelos ramificados en los que se pueda asir el polen (Michener *et.al* 1994).

De acuerdo con Wilson (1979), se considera que todas las abejas sociales son de hábitos poliléticos, ya que al estar presentes durante todo el año, son capaces de explotar los diferentes recursos florales presentes a lo largo de éste.

Este criterio se aplica en el presente trabajo, excepto para *Megalopta sp.* que es nocturna y de la que no se conocen los recursos que explota, *Plebeia latitarsis* de la que sólo se tiene un ejemplar y cuyos hábitos alimenticios no se registran en la literatura y para *Lestrimelitta nitkib*.

La estrecha relación entre plantas y abejas hace que el número registrado de las primeras sea considerablemente más alto que para las avispas. Al menos un ejemplar por especie de abeja ha sido recolectado sobre una planta, a excepción de *Megalopta sp.*, abeja nocturna que sólo se ha recolectado con trampa de luz y *Lestrimelitta nitkib* encontrada en una trampa de fruta. En ambos casos, los métodos de trampeo estaban destinados a la captura de escarabajos y azarosamente se recolectaron abejas en ellos.

La especie de abeja que más especies de plantas utilizó fue *Trigona fulviventris*, recolectada sobre 17 especies diferentes, seguida por *Apis mellifera* con 11 registros mientras que *Nannotrigona perilampoides*, *Partamona bilineata*, *Trigona fuscipennis* y *T. nigra* cuentan con siete registros, el resto de las especies explota un número menor de especies de plantas.

La especie de planta más visitada por las abejas fue *Antigonon leptopus* (Polygonaceae), originaria de México y de uso ornamental principalmente que tiene como característica una abundante floración durante gran parte del año

inclusive es común observarla en floración cuando otras plantas utilizadas por los insectos sociales se encuentran en reposo o en estado de fructificación. En ella se registraron 15 especies de abejas y cuatro de avispas sociales, es decir, 57% de las abejas y 39.58% de la fauna total recolecta recursos de esta especie.

Aún cuando las avispas como grupo son depredadoras, a nivel de especie pueden tener varias fuentes de alimento, siendo el polen y el néctar algunas de ellas. 16 especies de avispas (72.72%) se recolectaron sobre 11 especies de plantas. La especie de avispa que visitó el mayor número de especies de plantas fue *Polybia occidentalis* que se registró en siete de ellas. Las especies restantes recolectadas sobre plantas (77%) se registraron sobre tres ó menos especies vegetales. Un gran porcentaje de avispas fue recolectado al vuelo, por lo que las relaciones con la flora no pueden ser definidas como en el caso de las abejas.

La especie de planta más visitada por avispas fue *Hamelia patens* (Rubiaceae) utilizada en medicina tradicional. Se recolectaron sobre ella ocho especies que representan 36.36% de las avispas registradas sobre flores.

Sin embargo, cabe mencionar que no todas las plantas son visitadas con la misma frecuencia. Los insectos tienden a seleccionar aquellas que ofrecen un mayor número de recursos que pueden estar representados ya sea por un número mayor de flores o por una producción alta de polen y néctar que permita cubrir los requerimientos energéticos de la colonia. Esto permite por un lado, recolectar recursos abundantes y por otro tener acceso a otros que si bien no cubrirían las demandas alimenticias por sí solos, servirían como complemento.

El conocimiento de las plantas utilizadas por los insectos sociales tal vez ofrece un punto más de análisis para saber por qué las diferencias entre la fauna de los distintos sitios estudiados. Mientras que especies que explotan un número mayor de plantas se encuentran distribuidas de manera amplia (*Apis mellifera*, *Trigona fulviventris*, *Trigona nigra*, *Partamona bilineata*), otras que son exclusivas de algún sitio limitan la explotación de recursos a pocos ó un único recurso. Tal es el caso de *Trigona angustula*, *Trigonisca pipioli* y varias especies de *Polybia*. Cabe mencionar que los recursos explotados por estas especies son también exclusivos del sitio donde se recolectó la especie de insecto social. Analicemos el caso de *Trigona angustula*. Esta abeja sólo se recolectó sobre flores de *Musa paradisiaca* que crece de manera abundante en Quiché las Pailas; si a esto aunamos lo dicho anteriormente para los sitios de anidación (árboles de 15 a 20 m de alto) encontramos que sólo en Quiché las Pailas se dan las condiciones para su presencia.

Aún cuando el método general utilizado para el desarrollo de un estudio faunístico no contempla la recolecta de plantas u otros substratos asociados al objeto de estudio, considero que estos datos son importantes, dado que no sólo exhiben, como en este caso, las plantas explotadas como fuente de alimento sino que pueden mostrar interacciones planta-insecto aún desconocidas como aquellas que se establecen entre el insecto y la planta en la que se cruda en nido cuando

éste es externo, y más aún cuando el nido se encuentra dentro de la planta sin causarle daño.

Es necesario desarrollar estudios más específicos en los que se determine cuál es la relación real de los himenópteros sociales con las plantas que visitan, es decir, precisar si la planta ofrece sólo polen, néctar ó ambos ó si se trata de una fuente de material para la construcción del nido como es el caso de plantas que producen resinas ó aquellas que por su estructura ofrecen sitios seguros para el establecimiento del nido.

Por otro lado, aún cuando Campeche ha sido suficientemente estudiado en relación con su riqueza florística y se conocen casi todos los elementos que la conforman, mucho de la biología de las plantas tropicales permanece todavía sin comprenderse. En muchos casos los polinizadores tanto de especies silvestres como cultivadas y de importancia comercial son desconocidos. Así, ésta investigación constituye la base de otras, como estudio de las cargas de polen presentes en los ejemplares de la colección. El análisis palinológico exhibiría de manera real la gama total de plantas visitada por cada especie de abeja, reforzando la información obtenida visualmente en la recolecta.

### **Substratos de anidación y estructura interna del nido**

Del mismo modo que Wille y Michener (1973) se encontraron dos patrones básicos de anidación. Uno que corresponde a nidos que pueden presentarse en cavidades naturales o artificiales y otro que corresponde a nidos expuestos.

Corresponden al primer grupo, raíces y ramas de árboles vivos o muertos (*Scaptotrigona pectoralis*, *Synoeca septentrionalis*, *Trigona fulviventris*), hojas anchas (*Synoeca septentrionalis*) y diversas cavidades en bancos de tierra suave como arena y caliza (*Partamona bilineata*), son utilizadas además cavidades en substratos rocosos (*Agelaius areata*). Dentro de los substratos naturales se cuentan también nidos abandonados de aves, roedores y de otros insectos sociales (*Trigona fulviventris*) como termitas y hormigas. Las cavidades artificiales más utilizadas son las estructuras metálicas huecas de soporte de construcciones (*Trigona nigra*), paredes dobles de concreto, llantas abandonadas y cualquier material que ofrezca resguardo al nido.

La utilización de cavidades previamente construidas permite un importante ahorro de energía en la construcción de una cubierta que envuelva las estructuras internas del nido donde se encuentra la cría. La temperatura y humedad son más constantes que en los nidos expuestos por lo que las variaciones climáticas y los fenómenos meteorológicos como la lluvia y los vientos fuertes de la época de huracanes los afectan menos.

Por su parte los nidos expuestos están también asociados a ramas (*Meiapolybia sp.*), hojas y troncos que les sirven de soporte y de protección contra la lluvia y el viento. Los nidos expuestos que se encontraron en poblaciones

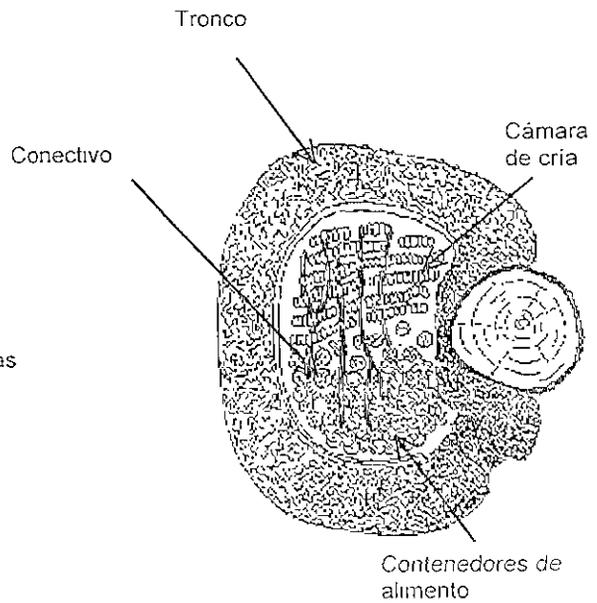
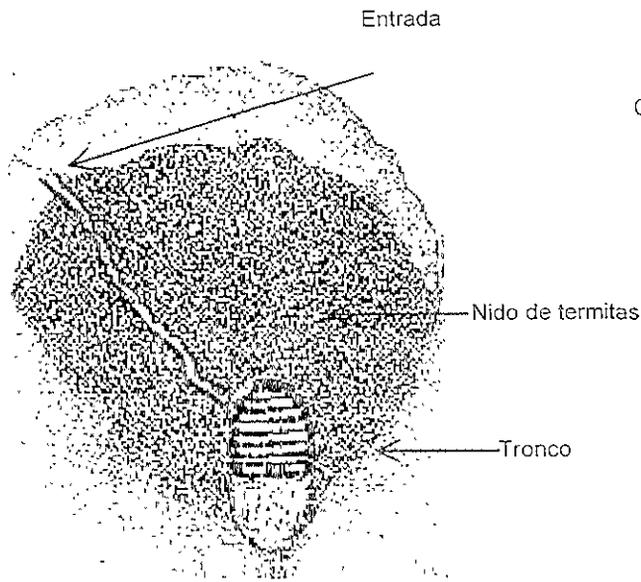
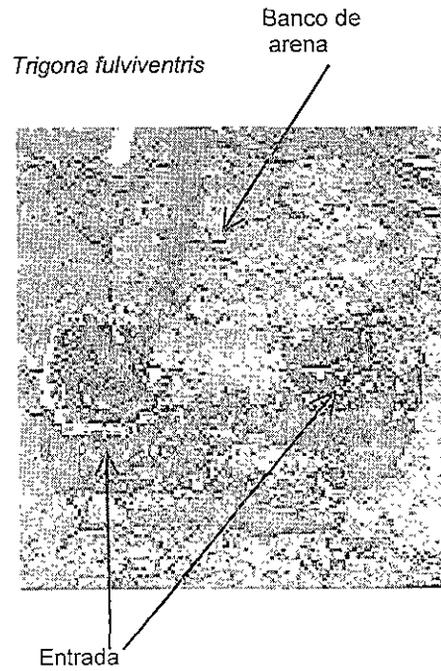
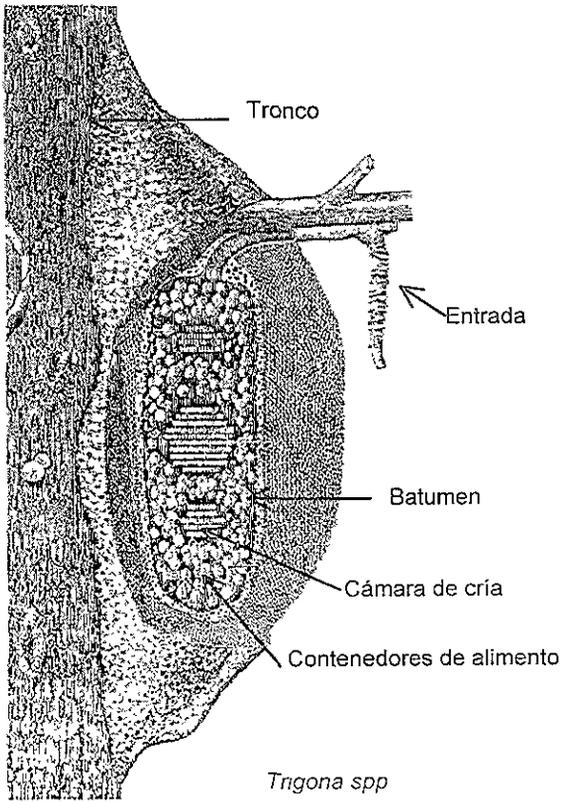
humanas siempre están ligados a construcciones como casas y escuelas, tanto de concreto como de materiales naturales como madera, palma y lodo (*Polistes spp*). En el caso de las abejas (*Partamona bilineata*), los nidos expuestos siempre presentan una cubierta gruesa de lodo, mezclado con resinas que al secarse es impermeable (Wille y Michener 1973).

En las figuras 13 y 14 se aprecian las estructuras básicas de los nidos de diferentes especies de insectos sociales.

Se han realizado numerosos estudios que relacionan la estructura del nido con el grado de sociabilidad. Estos estudios revelan que a mayor sociabilidad la estructura se vuelve más compleja. Por ejemplo, los nidos de abejas solitarias están constituidos por una entrada única, seguida por un túnel principal del cual se derivan las ramas que conducen a los capullos. La madre aprovisiona el nido con polen y néctar y muere. No hay convivencia de generaciones. En las abejas sociales la densidad de población no es menor de algunos cientos de individuos, se da una verdadera división de labores dentro del nido y los individuos a lo largo de su vida pueden desarrollar diferentes papeles, contribuyendo siempre y en conjunto a la subsistencia de la colonia. La estructura del nido es tan compleja que se encuentran sitios destinados a diferentes situaciones, así, hay cámaras para la cría, sitios exclusivos para el alimento, que a su vez es dividido en polen y en néctar (Wilson 1979). Una descripción de la estructura interna del nido de algunas de las especies recolectadas puede ser consultada en el Apéndice 4.

Figura 13. Nidos en cavidades. (Tomado de Wille y Michener 1973)

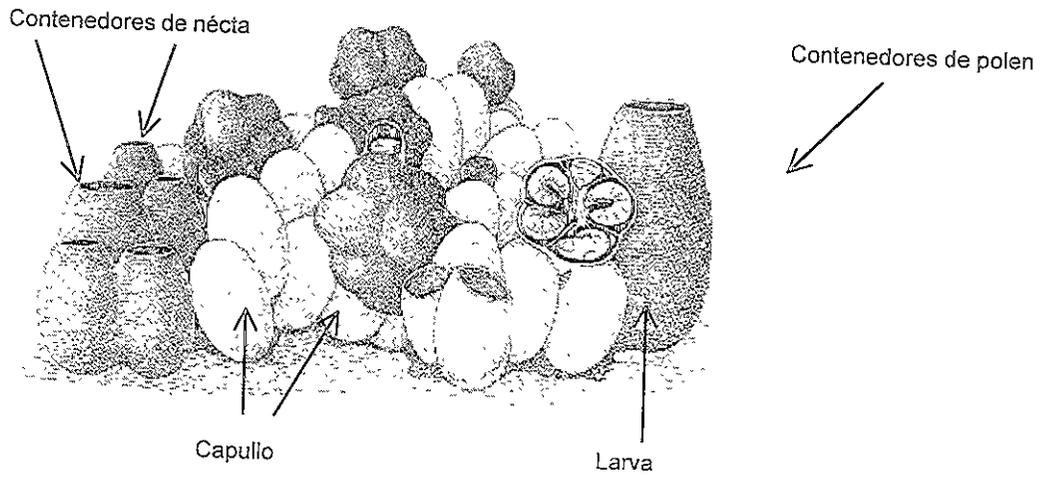
Tribu Meliponin



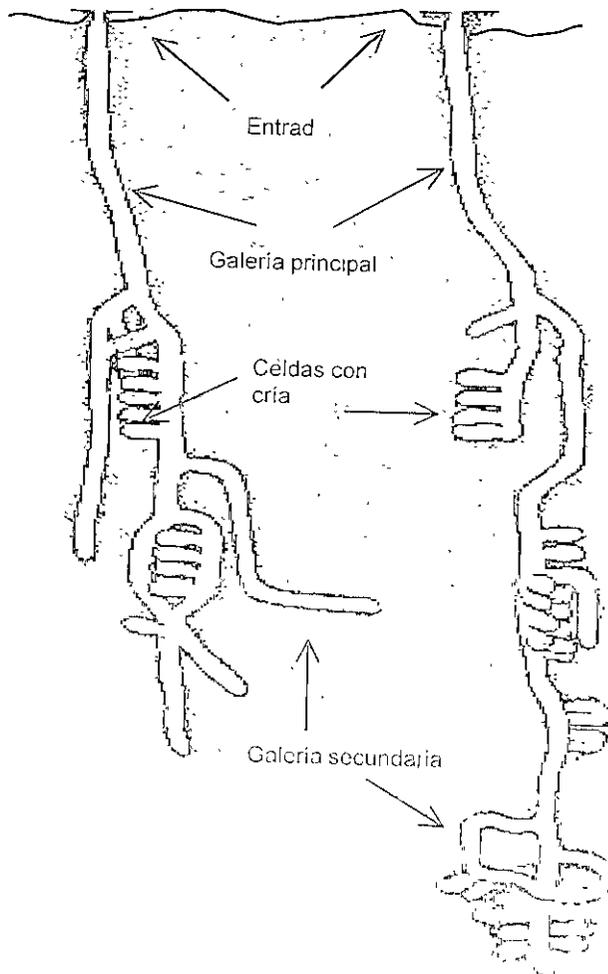
*Trigona leuclarsis*

*Trigona fuscipennis*

Tribu Bombini

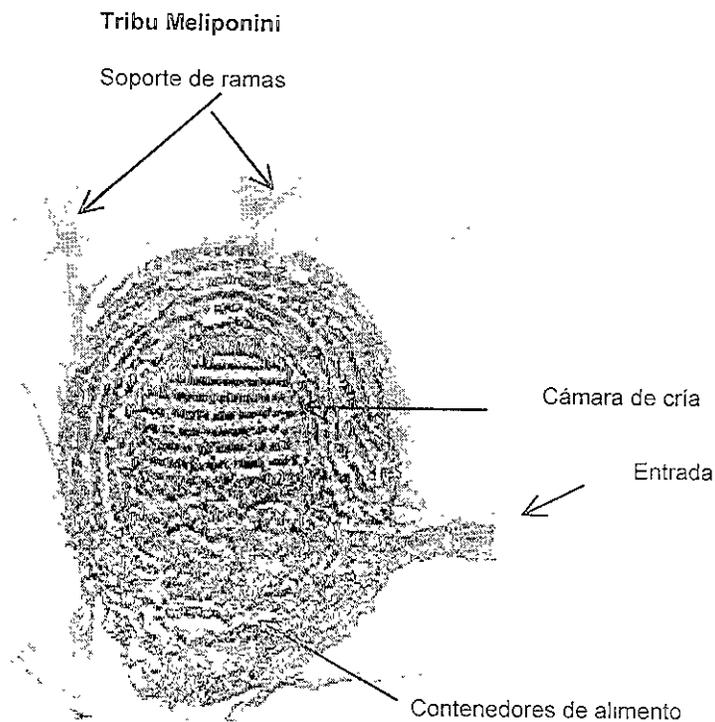


Tribu Halictini



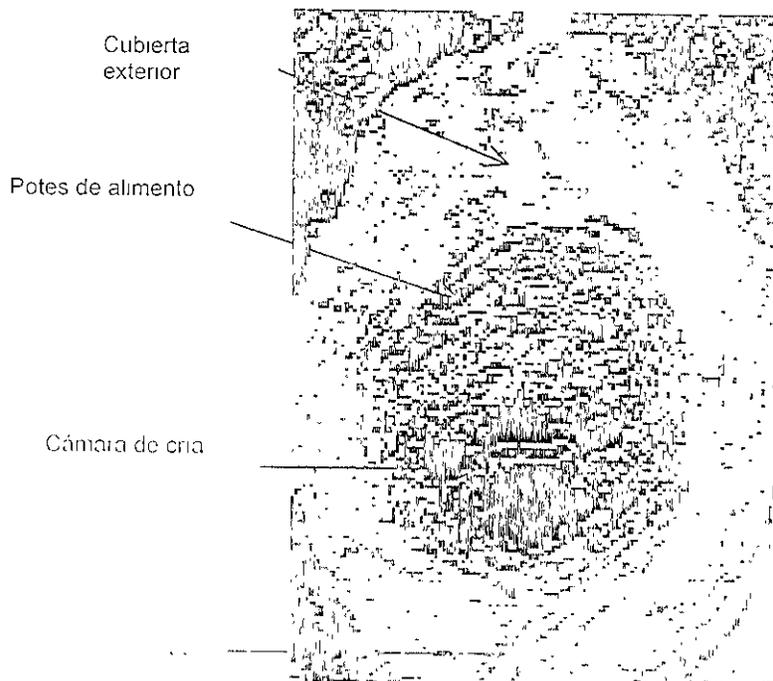
Tomado de Michener 1994

Figura 14. Nidos expuestos. Tomado de Wille y Michener, 1993

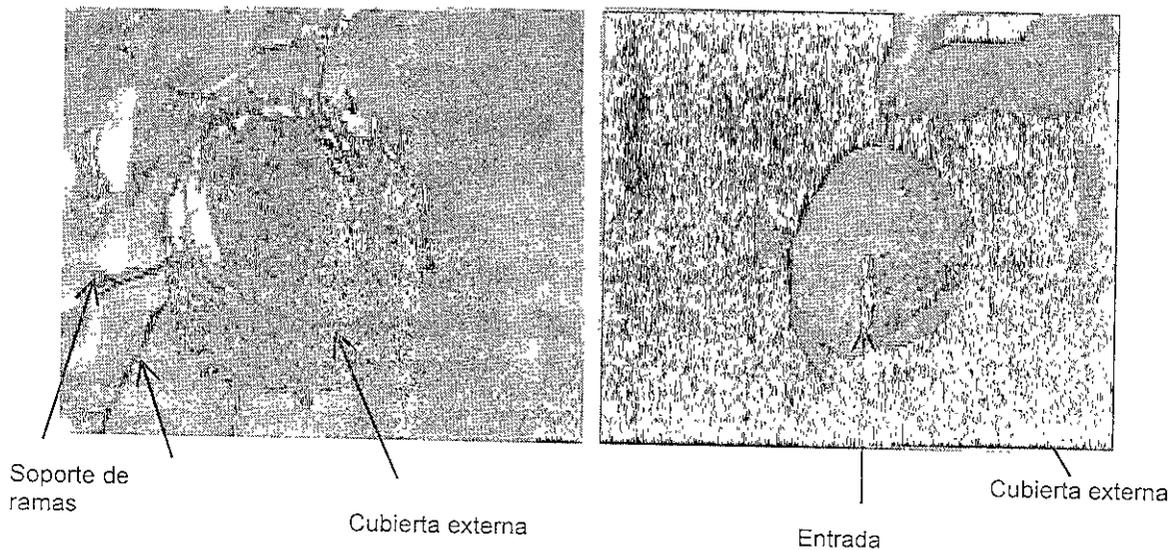


*Trigona nigerrima*

*Trigona corvina*



Tribu Epiponini



Tribu Polistini



Tomado de Richard, 1978

## CONCLUSIONES

1.- La fauna de insectos sociales de Campeche comprende 48 especies distribuidas en 25 géneros y tres familias. Se reconocen 33 nuevos registros de especies lo que significa un incremento del 230 % con respecto a lo registrado en la literatura hasta 1996, año en el que se actualizó y sistematizó la información referente a estos grupos.

2.- La pobreza de especies de insectos sociales (y de fauna en general) en Campeche registrada antes de este trabajo, es el reflejo de lo poco que se ha recolectado en el Estado, a pesar de que cuenta con sitios con diversos grados de protección ecológica, su biodiversidad es prácticamente desconocida.

3.- La riqueza y distribución de insectos sociales en las localidades trabajadas y posiblemente en el Estado, tienen una ocurrencia concordante con la distribución de géneros y especies en el continente americano. Sin embargo, es necesaria la colecta sistemática en el todo el Estado para reafirmar o refutar lo anterior.

4.- La distribución local de especies sigue el mismo patrón en todas las localidades trabajadas, siendo Epiponini y Meliponini las tribus mejor representadas. Los géneros *Polybia* y *Trigona* son los más ricos con el 27% de la fauna total.

5.- La localidad más rica tanto en especies recolectadas como en especies exclusivas es Quiché las Pailas. Esto puede deberse a que es el sitio mejor conservado, en contraste, las zonas costera y ganadera son las que presentan una menor diversidad de especies, reflejo tal vez de la pobreza de sitios de anidación y alimentación entre otros, que hacen posible la ocurrencia de las especies

6.- A diferencia de las zonas templadas y frías, la distribución temporal y estacional de los insectos sociales en Campeche se ve influenciadas por las altas temperaturas a lo largo del año y por los vientos fuertes y la nubosidad presente en tiempo de huracanes.

7.- El uso sistemático de métodos de recolecta alternativos a la red aérea puede servir para evitar el sesgo en el esfuerzo de recolecta ocasionado por la experiencia de los colectores. Además de que permitirían cubrir más área y microambientes que los que un colector solitario puede abarcar.

8.- Las curvas de acumulación de especies son una herramienta útil para estimar la riqueza de un área dada, sin embargo es requisito contar con datos precisos sobre la unidad de esfuerzo utilizada. Así, es necesario contar con un modelo que permita emplear más variables medibles, de tal modo que la riqueza pueda ser estimada de una manera más real.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a:

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico a través de la beca número 117237 para la realización de estudios de posgrado, así como por el apoyo adicional para la realización de las estancias de investigación en las siguientes instituciones de los Estados Unidos de América: The Natural History Museum, Snow Entomology Division of The University of Kansas, Lawrence, Kansas 66045 y USDA-ARS Bee Biology & Systematic Lab, Utah State University, Logan, Utah 84322-5310.

El Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias de la UNAM, en especial al M. en C. Armando Luis Martínez por el apoyo académico, logístico y económico prestado durante el desarrollo de este trabajo.

El Programa de Ecología y Manejo de Ambientes Terrestres (ECOMAT) de la Universidad Autónoma de Campeche, en especial al Dr. Juan Manuel Labougle Renteria por el apoyo académico y logístico prestado durante la estancia en dicha Universidad.

El Museo de Biodiversidad del Mundo Maya de la Universidad Autónoma de Campeche, en especial al M. en C. Luis Manuel Godínez García por el apoyo académico y logístico, así como por la orientación en la determinación de los insectos sociales recolectados en este estudio. Al Biólogo Rodolfo Noriega Trejo por el apoyo prestado en la determinación de los ejemplares botánicos.

Los miembros del Comité Tutorial, Doctores Nora Elizabeth Galindo Miranda y Manuel A. Balcázar Lara por sus acertados comentarios y sugerencias a lo largo del desarrollo del trabajo.

Los Doctores Ricardo Ayala Barajas y Alfonso Neri García Aldrete por la revisión crítica del manuscrito final

Los Doctores Terry L. Griswold (USDA-ARS Bee Biology & Systematic Lab, Utah State University) y Robert W. Brooks (The Natural History Museum, Snow Entomology Division of The University of Kansas) por el apoyo taxonómico y hospitalidad durante la estancia en sus instituciones.

A mis padres, Sergio Yáñez y Rosa María Ordóñez y a mis hermanas, Leticia Claudia y Delia Jacqueline por el apoyo prestado a lo largo de todo este tiempo.

El Biól. Ismael Alejandro Hinojosa Díaz por su ayuda en Informática y por su apoyo moral.

Las familias Godínez Espinosa y Labougle Martínez por la hospitalidad brindada durante mi estancia en el estado de Campeche.

**LITERATURA CITADA**

- Ayala, R. 1992. Revisión de las Abejas sin Aguijón de México (Hymenoptera: Apidae : Meliponinae). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 92 pp.
- Ayala, R. 1999. Revisión de las Abejas sin Aguijón de México (Hymenoptera: Apidae : Meliponinae). Folia Entomológica Mexicana. 1-123
- Ayala, R., T. Griswold & D. Yanega. 1996. Apoidea (Hymenoptera) pp 423-464. In: Llorente, J., A. García & E. González (eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su Conocimiento. Instituto de Biología-Facultad de Ciencias, UNAM y la Comisión para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), México, 660 pp.
- Bennett, F. C. 1964. Stingless bee keeping in Western México. Geographic Revi., 54: 85-92.
- Borror, D.J., D.M. De Long, & C.A. Triplehorn. 1981. An introduction to the study of insects. 5<sup>th</sup> ed. Saunders College Publishing, Philadelphia. xii + 827 pp.
- Cid, S. F. 1990. Caracterización de la apicultura en Actopan, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 39 pp.
- CGSNEGI. 1996. Carta de Climas. 1: 1 000 000.
- CGSNEGI. 1996. Carta Geológica. 1: 1 000 000.
- CGSNEGI. 1996. Carta de Uso de Suelo y Vegetación. 1: 1 000 000.
- Clench, H.K. 1979. How to make regional lists of butterflies: some thoughts. Journal of Lepidopterists Society, 33(4): 215-231.
- Dixon, C.V. 1987. Beekeeping in southern México. Conf. Lati Amer. Geogr. Yearbook 13: 66-71.
- Duch, G. J. 1988. La Conformación Territorial del Estado de Yucatán. UACH. México. 427 p
- Flather, C. H. 1996. Fitting species-accumulation functions and assessing regional land use impacts on avian diversity. Journal of Biogeography 23: 155-168.
- Free, J.B. 1970. Insect pollination crops. Academic Press, N.Y. 544 pp.
- Gío-Argáez, F. R. 1996. Campeche y sus Recursos Naturales. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural Vol. Esp. 247 pp.

Gobierno del Estado Libre y Soberano de Campeche, 1997. Calakmul : Volver al Sur. 283 pp.

González-Acereto, J. A. 1983. Acerca de la regionalización de la nomenclatura Maya de abejas sin aguijón (*Melipona sp.*) en Yucatán. Revista de Geografía Agrícola, Universidad Autónoma de Chapingo 5-6: 190-193.

González-Acereto, J. A. 1989. Cinco especies de abejas nativas (Meliponinae), aprovechables en Yucatán, formas de adquirirlas y medidas de cajones elementales para alojarlas. Xunun Sian Ha'an 4: 6 pp.

González-Acereto, J. A. 1992. La división natural en el género *Lestrimellita* o Limon Kab en Yucatán. U t'an yik'el kab. Boletín 6: 5-8.

González-González, J. 1992. Flora Ficológica de México: Concepciones y Estrategias para la Integración de una Flora Ficológica Nacional. Ciencias. Número Especial 6: 13-33

INEGI. 1995. Mapa de carreteras del estado de Campeche. 1:800 00.

INEGI. 1996. Anuario Estadístico del Estado de Campeche. 306 pp.

INEGI. 1996. Carta Hidrológica de Aguas superficiales. 1: 1 000 000.

INEGI. 1996. Carta Fisiográfica. 1: 1 000 000.

Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. Harper & Row, N.Y. 294-297.

Labougle , J. M. & J. A. Zozaya. La apicultura en México. Ciencia y Desarrollo, México 69: 17-36.

León, C. J. 1995. Curvas de acumulación y modelos empíricos de riqueza específica: Los Sphingidae (Insecta: Lepidoptera) de México como un modelo de estudio. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 77 pp.

Linsley, E.G., J.W. McSwain & R.F. Smith. 1952. Outline for ecological life stories of solitary and semi-social bees. Ecology 33 (44): 558-567.

Linsley, E.G. 1958. The ecology of solitary bees. Hilgardia 27: 543-599.

Linsley, E.G. 1978. Temporal patterns of flower visitation by solitary bees, with particular reference to the Suthern United States. Journal of the Kansas Entomological Society 51: 531-546.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press Princeton, New Jersey.

- Martínez- Mulia, M., J. Castillo-Navarrete & O. Oropeza-Orozco. 1992. Influencia Humana sobre el Medio Ambiente 2. En: Atlas Nacional de México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Michener, D.C. 1974. The Social Behavior of the Bees. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge. 404 pp.
- Michener, C.D., R. J. McGinley & B. N. Danforth. 1993. The Bee Genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea). Smithsonian Institution Press. 209 pp.
- Miranda, F. 1959. VI. Estudios acerca de la vegetación. En : Los recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo 2o. Eds. I.M.R.N.R. México.
- Morales-Rosas, J. 1987. Estado actual de la medicina maya en Quintana Roo. Unidad Regional de Culturas Populares de Quintana Roo, SEP. 40 p.
- Naumann, M.G. 1968. A revision of the genus *Brachygastra* (Hymenoptera: Vespidae) University of Kansas Science Bulletin 47 : 929-1003.
- Navarro, A. & J. Llorente, 1991. Museos, colecciones biológicas y la conservación de la biodiversidad: Una perspectiva para México. Memorias del Seminario sobre Conservación de la Diversidad Biológica en México 3: 1-31.
- Padilla y Sánchez, R. & J. F. Aceves-Quesada. 1992. Geología. En: Atlas Nacional de México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Quezada-Euan, J., M. García & J. González-Acereto. 1995. Some aspects of the biology and nest architecture of *Lestrimelitta* (Meliponinae: Apidae) from the Yucatan Peninsula. Pegone 3: 6-8 pp.
- Richards, O. W. A revision of the genus *Mischocyttarus* de Saussure (Hymenoptera: Vespidae) Transaction of the Royal Entomological Society of London 95 : 295-462.
- Richards, O. W. 1978. The social wasps of the Americas excluding the Vespinae. British Museum (Natural History). London. 580 pp.
- Rodríguez, P. A. 1988. Las Avispas Sociales (Hymenoptera: Vespidae: Polistine) de Chamela, Jalisco. Folia Entomologica Mexicana 77: 495-516.
- Rodríguez, P. A. 1989. Observaciones sobre la Biología de la Avispa Social *Mischocyttarus immarginatus* Richards (Hymenoptera: Vespidae). Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. 63 pp.
- Rodríguez, P. A. 1996. Vespidae (Hymenoptera). pp 465-482 En: Llorente, J., A. García & E. González (eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su Conocimiento. Instituto de Biología,

- Facultad de Ciencias, UNAM y la Comisión para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), México. 660 pp.
- Roubick, D. W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press. Cambridge Massachusetts, USA. 514 pp.
- Ruiz, P. H. A. 1994. Variación Geográfica y Sistemática de *Sciurus yucatanensis* (Rodentia: Sciuridae). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias UNAM. 65 pp.
- Sales, G. C. 1996. Campeche. Apuntes Económicos y Sociales. 511 pp.
- Saussure, H. de. 1853-1858. Monographie des guepes sociales ou de la tribu des vespiciens , ouvrage faisant suite à la monographie des guepes solitaires. V. Masson, Paris. cxcix + 256 pp.
- Schwarz, H. F. 1948. Stingless bees (Meliponidae) of the Western Hemisphere. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 90: 1-537.
- Schwarz, H. F. 1949. The stingless bees (Meliponidae) of México. *Anales del Instituto Biología, UNAM México* 20: 357-370 pp.
- Silveira, F. A. & L. M. Godínez. 1996. Systematic Surveys of Local Bee Faunas. *Melissa* 9: 1-4.
- Snelling, R. R. 1970. The Social Wasps of Lower California, México (Hymenoptera: Vespidae). *Los Angeles County Museum Contributions in Science*: 197. 20 pp.
- Soberón, J. & J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 480-488.
- Steykal, G.C., W.L. Murphy & E.M. Hoover (eds.). 1986. Insects and mites: Techniques for collection and preservation. U.S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication no.1443. 103 pp.
- Toledo, V. & M. Ordóñez. 1993. The biodiversity scenario of México: a review of terrestrial habitats. pp 1757-1777 En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, J. Fa & A. Lot (Eds.) *Biological Diversity of México: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York.
- Vázquez, S. J. 1981. Clasificación de las masas forestales de Campeche. *Boletín Técnico* No. 10. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 30 pp.
- Vidal-Zepeda, R. 1989. Precipitación media anual y su probabilidad. 1: 4 000 000. Atlas Nacional de México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Wille, A. & C.D. Michener. 1973. The nest architecture of stingless bees with especial reference to those of Costa Rica (Hymenoptera: Apidae). *Revista de Biología Tropical* 21: 1-278.

Williams-Linera, G., G. Halffter & E. Ezcurra. 1992. Estado de la Biodiversidad en México. En: Halffter, G. (ed.). *La Biodiversidad Biológica de Iberoamérica*. *Acta Zoologica Mexicana*. Número especial. 285-312 pp.

Wilson, E.O. 1979. *The Insects Societies*. University of Harvard. 548 pp.

APÉNDICE 1

Lista de especies de avispas y abejas sociales de Campeche. Se muestran las especies registradas en otros estudios, los nuevos registros para el Estado, así como las localidades donde fue recolectada cada una en este trabajo.

VESPOIDEA	Status	Miguel Colorado	Seybaplaya	Dzibalchen	Zoh-Laguna	Quiche las Pailas
Polistinae						
Tribu Polistini						
<i>Polistes (Aphantopterus) instabilis</i>	&&&&		12			
<i>P. (Epicnemus) pacificus</i>	****			1	1	1
<i>P. (Oneranus) carnifex</i>	****					5
<i>P. (Palsotus) major</i>	****	1	4			3
Tribu Mischocyttarini						
<i>Mischocyttarus (Kappa) immarginatus</i>	****		3			
<i>M. (Phi) mexicanus</i>	****					1
Tribu Epiponini						
<i>Agelaea areata</i>	****				19	
<i>A. sp. 1</i>	****	13				5
<i>A. sp. 2</i>	****					19
<i>Apoica (Apoica) pallens</i>	****					3
<i>Brachigastra mellifica</i>	&&&&	7	22	8	3	3
<i>Metapolybia sp.</i>	****					25
<i>Parachartergus apicalis</i>	****	33	9	19		
<i>Polybia (Apopolybia) similima</i>	****					3
<i>P. (Myraptera) diguetana</i>	****	4		38	1	17
<i>P. (Myraptera) occidentalis nigratella</i>	&&&&	16	47	43		
<i>P. (Pedolthea) emaciata</i>	****				2	5
<i>P. (Trichinothorax) nigra</i>	****			1	1	1
<i>P. bifasciata</i>	****			3		
<i>P. flavifrons hecuba</i>	****	4	1	13		
<i>Synoeca cyanea</i>	****					1
<i>S. septentrionalis</i>	****	20				12
SUPERFAMILIA APOIDEA						
Halictidae						
Tribu Augochlorini						
<i>Augochlora (Oxystoglossella) aurifera</i>	****	4				
<i>A. (Oxystoglossella) n. sp. 1</i>	****		2	2	4	1
<i>A. (Oxystoglossella) azteca</i>	****		2			
<i>Augochlorella pomonella</i>	****	4	1			
<i>Megalopta sp.</i>	****					4
<i>Pereirapis semiaurata</i>	****				4	
Tribu Halictini						
<i>Halictus (Halictus) ligatus</i>	****		16	9	6	1
<i>H. (Seladonia) hesperus</i>	&&&&	9	6	50	16	36
Apidae						
Tribu Apini						
<i>Apis mellifera</i>	&&&&	8	6	5	7	6
Tribu Bombini						
<i>Bombus (Fervidobombus) medius</i>	&&&&	4		1		
Tribu Meliponini						
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	&&&&	2		10	29	6
<i>Lestrimelitta nitida</i>	****					1
<i>Melipona beccarii</i>	&&&&	9		22	16	7
<i>M. yucatanica</i>	****			3	2	
<i>Nannotrigona perilampoides</i>	****	4	23	22	20	17
<i>Partamona bilineata</i>	&&&&	55	36	9	36	37
<i>Plebeia (Plebeia) frontalis</i>	&&&&	32	39	27	1	
<i>P. (Scaura) latitarsis</i>	****					1
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	&&&&	18	14	63	6	
<i>Trigona (Fracasomelitta) nigra nigra</i>	&&&&	42	52	45	44	
<i>T. (Tetragonisca) angustula</i>	****					34
<i>T. (Trigona) cornuta</i>	&&&&	60				
<i>T. (Trigona) fulviventris</i>	&&&&	62	53	68	46	38
<i>T. (Trigona) fuscipennis</i>	&&&&	26	18	81	66	19
<i>T. (Trigona) nigerrima</i>	****					37
<i>Trigonisca pipili</i>	****			1		

- &&&& Especie registrada en los listados de Ayala et al. (1996), Ayala (1999) y Rodriguez (1996)
- \*\*\*\* Nuevo registro para Campeche

Los números indican los ejemplares colectados para cada sitio

## APÉNDICE 2

## Lista de plantas visitadas por los himenópteros sociales en Campeche.

Planta	Número de géneros (especies) visitantes	Especies visitantes
<b>Apocynaceae</b>		
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	6(6)	<i>Polybia occidentalis</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Nannotrigona perilampoides</i> <i>Partamona bilineata</i> <i>Scaptotrigona pectoralis</i> <i>Trigona fulviventris</i>
<b>Arecaceae</b>		
<i>Cocos nucifera</i> L.	1(1)	<i>Trigona fulviventris</i>
<b>Asteraceae</b>		
<i>Bidens</i> sp.	4(5)	<i>Apis mellifera</i> <i>Cephalotrigona zexmeniae</i> <i>Halictus hesperus</i> <i>Trigona fulviventris</i> <i>T. nigra</i>
<i>Tagetes</i> sp.	1(1)	<i>Augochlora n. Sp. 1</i>
<i>Tithonia</i> sp.	2(3)	<i>Polybia occidentalis</i> <i>Trigona fulviventris</i> <i>T. nigra</i>
<i>Viguiera dentata</i> var. <i>helianthoides</i> S. F. Blake	7(10)	<i>Polybia flavifrons</i> <i>Augochlora n. Sp. 1</i> <i>Melipona beecheii</i> <i>M. yucatanica</i> <i>Nannotrigona perilampoides</i> <i>Plebeia frontalis</i> <i>Scaptotrigona pectoralis</i> <i>Trigona fulviventris</i> <i>T. fuscipennis</i> <i>T. nigra</i>
<b>Bignoniaceae</b>		
<i>Tecoma stans</i> Juss. ex Kunt	1(1)	<i>Apis mellifera</i>
<b>Bixaceae</b>		
<i>Bixa orellana</i> L.	3(3)	<i>Melipona beecheii</i> <i>Nannotrigona perilampoides</i> <i>Plebeia frontalis</i>
<b>Caprofoliaceae</b>		
<i>Sambucus mexicana</i> Presl.	2(4)	<i>Plebeia frontalis</i> <i>Trigona corvina</i> <i>T. fulviventris</i> <i>T. nigerrima</i>
<b>Caricaceae</b>		
<i>Carica papaya</i> L.	2(3)	<i>Plebeia frontalis</i> <i>Trigona fulviventris</i> <i>T. fuscipennis</i>
<b>Cesalpinaceae</b>		
<i>Tamarindus indica</i> L.	4(4)	<i>Brachigastra mellifica</i> <i>Nannotrigona perilampoides</i> <i>Partamona bilineata</i> <i>Trigona fulviventris</i>

<b>Cucurbitaceae</b>		
<i>Cucurbita pepo</i> L.	3(3)	<i>Apis mellifera</i> <i>Partamona bilineata</i> <i>Trigona fulviventris</i>
<i>Luffa cylindrica</i> (L.) A. Roem.	6(7)	<i>Polybia occidentalis</i> <i>Augochlora azteca</i> <i>Augochlora n. Sp. 1</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Partamona bilineata</i> <i>Plebeia frontalis</i> <i>Trigona fulviventris</i>
<i>Momordica charantia</i> L.	3(4)	<i>Polybia occidentalis</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Trigona fulviventris</i> <i>T. nigra</i>
<b>Euphorbiaceae</b>		
<i>Ricinus communis</i> L.	4(5)	<i>Apis mellifera</i> <i>Melipona beecheii</i> <i>Nannotrigona perilampoides</i> <i>Trigona fuscipennis</i> <i>T. nigra</i>
<b>Fabaceae</b>		
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	1(1)	<i>Augochlora n. Sp. 1</i>
<b>Malvaceae</b>		
<i>Sida rhombifolia</i> L.	7(8)	<i>Agelaia sp. 2</i> <i>Synoecca septentrionalis</i> <i>Augochlora n. Sp. 1</i> <i>Cephalotrigona zexmeniae</i> <i>Halictus hesperus</i> <i>Nannotrigona perilampoides</i> <i>Trigona fulviventris</i> <i>T. nigra</i>
<b>Musaceae</b>		
<i>Musa paradisiaca</i> L.	6(12)	<i>Polistes major</i> <i>Polybia diguetana</i> <i>P. emaciata</i> <i>P. simillima</i> <i>Agelaia sp. 2</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Partamona bilineata</i> <i>Trigona angustula</i> <i>T. corvina</i> <i>T. fulviventris</i> <i>T. fuscipennis</i> <i>T. nigerrima</i>
<b>Papaveraceae</b>		
<i>Argemone mexicana</i> L.	1(1)	<i>Trigona fulviventris</i>
<b>Polygonaceae</b>		
<i>Antigonon leptopus</i> H. & A.	14(19)	<i>Parachartergus apicalis</i> <i>Polybia flavifrons</i> <i>P. nigra</i> <i>P. occidentalis</i> <i>Augochlora azteca</i> <i>A. n sp. 1</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Cephalotrigona zexmeniae</i> <i>Halictus hesperus</i>

		<i>Melipona yucatanica</i> <i>Nannotrigona perilampoides</i> <i>Partamona bilineata</i> <i>Pereirapis semiaurata</i> <i>Plebeia frontalis</i> <i>Scaptotrigona pectoralis</i> <i>Trigona fulviventris</i> <i>T. fuscipennis</i> <i>T. nigra</i> <i>Trigonisca pipioli</i>
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	9(10)	<i>Brachigastra mellifica</i> <i>Parachartergus apicalis</i> <i>Polistes pacificus</i> <i>P. instabilis</i> <i>Polybia bifasciata</i> <i>P. diguetana</i> <i>P. flavifrons</i> <i>P. occidentalis</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Trigona fulviventris</i> <i>T. fuscipennis</i>
<b>Solanaceae</b>		
<i>Solanum verbascifolium</i> L.	9(9)	<i>Parachartergus apicalis</i> <i>Polybia occidentalis</i> <i>Stelopolybia areata</i> <i>Synoecca septentrionalis</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Bombus medius</i> <i>Melipona beecheii</i> <i>Partamona bilineata</i> <i>Trigona fuscipennis</i>

**APÉNDICE 3**

**Índice de Similitud de Sørensen.**

$$IS = \frac{2S}{N1+N2}$$

Donde : S= Número de especies compartidas

N1= Especies totales de la primera localidad

N2= Especies totales de la segunda localidad

**Número de especies compartidas en los sitios de recolecta**

	Miguel Colorado	Seybaplaya	Dziblachén	Zoh-Laguna	Quiché las Pailas
Miguel Colorado	*				
Seybaplaya	15	*			
Dziblachén	17	15	*		
Zoh-Laguna	12	11	13	*	
Quiché las Pailas	12	10	14	14	*

**Índice de Similitud de Sørensen en los cinco sitios de recolecta**

	Miguel Colorado	Seybaplaya	Dziblachén	Zoh-Laguna	Quiché las Pailas
Miguel Colorado	*				
Seybaplaya	0.6976744	*			
Dziblachén	0.7234043	0.6818182	*		
Zoh-Laguna	0.5581395	0.5500000	0.7727273	*	
Quiché las Pailas	0.4905660	0.4000000	0.5185185	0.560000	*

**APÉNDICE 4****Arquitectura de nidos.**

A continuación se presenta una descripción de la arquitectura de los nidos de las especies de himenópteros sociales de Campeche. No fueron localizados los nidos de todas las especies, por lo que muchas descripciones van acompañadas de referencias bibliográficas.

**Vespoidea*****Apoica (Apoica) pallens* (F.)**

Nidos en forma de cono poco profundo, usualmente suspendido de una rama de 3-4 mm de diámetro. Son de papel pardo amarillento o rojizo. El panal es aplanado y la envoltura incluye la rama, tanto que el panal parece sésil. Las celdillas miden de 13.0 a 17.0 mm de profundidad, 4.0 a 4.5 mm de ancho y 4.8-5.0 mm diagonalmente y sus lados exteriores están en contacto directo con la envoltura. Los capullos son transparentes en el ápice, la punta mide 1.0-2.0 mm.

***Brachigastra mellifica* (Say)**

Los nidos no fueron localizados. De acuerdo con Naumann (1968) los nidos son esféricos y es incorporada a su estructura gran cantidad de ramas que sirven de soporte. La envoltura es de papel y presenta parches irregulares de celdas poco profundas, destinadas a convertirse en el estrato más externo de celdillas que se encuentra a su vez cubierto por otra envoltura. Este arreglo puede considerarse una modificación del fragmocitaro.

***Mischocyttarus (Kappa) immarginatus* Richards.**

Nidos gimnodomos, descubiertos y horizontales. Las celdillas se encuentran orientadas verticalmente, miden de 4.1 a 4.5 mm de diámetro y son de color pardo claro. Presenta un pedicelo central corto y ancho que en las primeras etapas de construcción es casi cilíndrico. Se encontraron con frecuencia sobre la vegetación, mientras que Rodríguez (1988) los registra como abundantes sobre construcciones humanas.

***Mischocyttarus (Phi) mexicanus* (de Saussure).**

De acuerdo con Rodríguez (1988), los nidos se encuentran descubiertos, son de forma vertical con el pedicelo central muy corto y de color pardo grisáceo. Son muy largos y delgados, alcanzando entre 20 y 25 cm de longitud. Presentan un número máximo de diez hileras de celdas. Es una especie que anida

frecuentemente en la vegetación sobre ramas o fustes de corteza lisa y con menos frecuencia sobre construcciones humanas.

***Parachartergus apicalis* (F.).**

Nidos caliptodomas en forma de embudo; presentan una cubierta gruesa gris semejante al cartón. La entrada es tubular y se localiza en la parte media inferior. Carecen de un pedicelo por lo que se encuentran fijados directamente sobre el substrato. Las celdillas son independientes y se encuentran en varios estratos independientes de la envoltura y unidos entre sí por proyecciones verticales, las celdillas tienen de 4.5 a 4.7 mm de diámetro y se encuentran orientadas verticalmente. Los nidos se localizaron a una altura entre dos y seis metros, frecuentemente sobre la vegetación.

***Polistes (Onerarius) carnifex* (F.)**

Nidos horizontales. Se encuentran descubiertos y presentan la superficie superior inclinada con respecto a la horizontal. La parte superior es grisácea y la inferior e interior son ligeramente amarillentas. El pedicelo generalmente es central. De acuerdo con Rodríguez (1988) se localizan sobre la vegetación y en menor número en construcciones humanas.

***Polistes (Aphanilopterus) instabilis* de Saussure.**

Nidos gimnopodos, verticales. Las celdillas se encuentran orientadas horizontalmente y en un solo estrato. El nido posee un pedicelo tubular angosto que lo une al substrato. Los nidos son generalmente grises y llegan a alcanzar tamaños considerables. Las celdillas miden entre 5.8 y 6 mm y su número aumenta en la parte central e inferior del nido llegando a encontrarse más de 20. Los nidos se localizaron en su mayoría sobre construcciones humanas y en la vegetación a una altura de 1.50 a 3.0 metros.

***Polistes (Palisotius) major* Palisot de Beauvois.**

Nidos gimnodomas horizontales, circulares y con un solo estrato de celdillas de 8.6 a 8.7 mm de diámetro que se encuentran orientadas verticalmente. Pedicelo tubular, aplanado y central. Superficie superior del nido inclinada. Se encuentran asociados a construcciones humanas y vegetación, a una altura de 1.4 a 2 metros.

***Polybia (Myraptera) diguetana* R. du Buysson.**

Nidos con arreglo fragmocitaro, pardo claro y de forma más o menos ovoide. El diámetro de las celdillas es de 2.6 a 2.7 mm.

La entrada se encuentra situada infero-lateralmente. Están asociados a vegetación a una altura de entre 2 y 3 metros.

***Polybia (Myraptera) occidentalis nigratella*** R. du Buysson.

Nidos fragmocitaros, pardo a gris o crema, y con apariencia jaspeada, ovoide acampanada. Las celdillas tienen un diámetro de 2.9 a 3.1 mm y se encuentran orientadas verticalmente y arregladas en varios estratos horizontales, conectados uno con otro por una abertura y fusionados a la envoltura del nido.

Se presenta un solo orificio de entrada. Se localizaron sobre la vegetación y adheridos directamente al substrato, a una altura entre 1.0 y 4.0 metros.

***Polybia (Pedothoea) emaciata*** Lucas.

Nidos no recolectados. De acuerdo con Richards (1978) se encuentran soportados por al menos una rama. Son piriformes de 6.5 cm de alto y 9.5 por 8.5 cm de ancho. La entrada es terminal de 2.0 cm de diámetro.

Cada panal tiene una débil emarginación opuesta a la entrada. Las celdillas miden 3.0 mm de ancho, 3.3 mm diagonalmente y 8.0 mm de profundidad. El capullo es blanco, fuertemente cupulado. Están asociados a árboles de poca altura.

***Polybia (Trichotorax) nigrina*** Richards.

Nidos fragmocitaros, de forma esférica acampanada a tubular. Son pardo con celdillas de 3.6 a 3.7 mm de diámetro, orientadas verticalmente y dispuestas en varios estratos horizontales conectados por una abertura y fusionándose a la pared del nido. El único orificio de entrada se localiza en la parte infero-lateral. Fueron encontrados en vegetación, directamente sobre el substrato y a una altura entre 0.8 y 3.0 metros.

***Polybia (Apopolybia) simillima*** F. Smith.

Nidos no recolectados. De acuerdo con Richards (1978), el nido es esférico, con varios orificios de entrada ubicados lateralmente. La envoltura es pardo con muchos espacios aéreos. El nido mide 10.6 por 8.8 cm, presenta varios panales y está adherido a ramas de árboles de no más de 2 metros de altura.

***Agelaia sp. 2***

Nidos no recolectados. De acuerdo con Richards (1978), el nido consiste de panales pedicelados y rodeados de ramas de árboles. Cada panal está cubierto por una sombrilla pedicelada; cuando varias de estas sombrillas se juntan, forman una especie de piso a partir del cual nuevos panales pueden ser adheridos.

***Synoeca septentrionalis* Richards.**

Nidos con arreglo astelocitario, ovales, pardo oscuro, con un surco longitudinal y una elevación central en la parte baja de la envoltura. Se localizan en los troncos y en las ramas mayores de árboles a una altura entre 2 y 6 metros.

**Apoidea.*****Apis mellifera* L.**

Nidos en cavidades principalmente o nidos expuestos.

Panales verticales con dos capas de celdillas de cera, abiertas y opuestas al panal. En las celdas se almacena alimento y cría en áreas destinadas para tal fin. El material principal es cera secretada de entre los segmentos abdominales de las obreras jóvenes. Pueden ser incorporadas al nido resinas que son utilizadas para sellar algunas partes y gomas vegetales que mezcladas con cera sirven para reforzar los bordes de los panales, su mezcla puede ser llamada cerumen como en la abejas sin aguijón. La cera vieja es utilizada para taponar las celdas que contienen polen, propoleo y trozos de capullos.

***Bombus (Fervidobombus) medius* (Cresson).**

Nidos en cavidades en el suelo, nidos abandonados de aves, ratones o pequeños mamíferos. Distintos a los del resto de las abejas sociales. Consisten de celdas, contenedores de almacenamiento para alimento y otras estructuras hechas de cera mezclada con polen. Sólo se presenta un estrato en el que los contenedores con provisiones se encuentran hacia el exterior rodeando a los contenedores que contienen cría.

A diferencia de otras especies, en *Bombus* todos los contenedores son similares en estructura.

***Cephalotrigona zexmeniae* (Cockerell).**

Nidos en cavidades. Entrada como un simple agujero formado de cerumen en nudos o en forma de hendidura en troncos de árboles. Entrada interna en forma de tubo que se extiende hasta 65 cm por abajo de su base. Placas de batumen evidentes, pero delgadas (5 mm o menos) pardo oscuro. Batumen delgado sólo en algunas áreas. Contenedores de almacenamiento pardo oscuro, fusionados pero distintivos de la orilla que se localizan arriba de la cámara de cría.

También por arriba se localiza un grupo de contenedores de polen entre dos grupos de contenedores de miel; involucro de una (lateralmente) a tres (arriba y abajo) capas pardo oscuro.

Una característica inusual es que las celdas de incubación están llenas sólo hasta la mitad, y el contenido es firme y seco, no semilíquido como en otras especies (Wille y Michener 1973).

***Halictus (Seladonia) hesperus* Smith**

Nidos en bancos de tierra suave, en Campeche principalmente en tierra caliza blanca llamada saskab (Duch 1988), también son construidos en raíces de árboles.

La entrada es más angosta que el resto del nido que consiste de una madriguera principal, a excepción de los nidos jóvenes que tienen sólo pocas ramificaciones principales. Estas ramificaciones no conducen a celdas individuales pero usualmente continúan en la misma dirección general del conducto principal.

Las celdas son excavadas horizontalmente en el suelo, y más o menos perpendiculares al conducto principal; con muy cortas ramificaciones laterales. Dentro de las celdas son colocadas las crías sin que se observe un patrón regular.

***Lestrimelitta nitkib* Ayala 1999**

Nidos en cavidades de árboles vivos. Entrada de 3.85 por 8.0 cm, con un tubo de entrada. Nido normalmente largo y más conspicuo que el de otras especies. En un estudio hecho en Yucatán, se encontró que las cavidades tienen una capacidad de hasta 12.4 litros.

Presenta un número variable de panales rodeados por una capa protectora transparente, de los cuales el 50% está destinados a contener a la cría. Los contenedores para almacenamiento de alimento miden 2.36 por 1.76 cm, mientras que las celdillas de obrera de la cámara de cría miden 0.5 por 0.3 cm (Quezada Euan *et al* 1995).

***Melipona beecheii* Bennett.**

Nidos en cavidades. Entrada simple como un agujero con una débil orilla levantada y algunas veces rodeada de barro, sin un patrón distintivo. Cavidad del nido rodeada por las usuales placas perforadas de batumen, en una de las cuales se encuentra la entrada. Contenedores de almacenamiento situados a ambos lados de la cámara de cría. Involucro con una a cuatro capas y en muchas partes con dos a tres muy suaves. Cámara de cría con dos grupos de panales de lado a lado.

***Nannotrigona perilampoides* (Cresson).**

Nidos en cavidades. Tubo de la entrada pardo claro, delgado, incompleto e irregular en el ápice. Por la noche las abejas completan el tubo cerrando el nido. Presenta una zona interna de pilares irregulares y conectados entre sí. Involucro

ALTA TRES NO SACM  
DE LA PERU NITCOI

completo rodeando la periferia del nido. Contenedores de alimento pardo claro a ambos lados de la cámara de cría.

Nidos en cavidades de árboles vivos, ya sea en los troncos o ramas gruesas, se observaron también en construcciones humanas

***Partamona bilineata* (Say).**

En su mayoría nidos expuestos. Se registran algunos en bancos de tierra suave. Entrada en forma de embudo amplio, gris; margen exterior irregular y prominente a modo de protección de la lluvia. Pasaje entre la entrada y el nido propiamente dicho, con numerosos pilares y conectivos aglomerados.

Cuando se trata de nidos parcial o completamente expuestos, la entrada es estrecha y muy corta. Pasaje dividido en tres o cuatro entradas. En nidos en el suelo la entrada está a pocos centímetros de la cámara de cría; pasaje ancho, de hasta 12 centímetros de diámetro con conectivos y pilares aglomerados. Batumen gris, probablemente contiene tierra y es débil.

Involucro suave, pardo, en algunos nidos pardo muy oscuro, usualmente de varias capas delgadas pero algunas veces, en algunas áreas del nido, sólo presente como delgadas hojas laminadas.

Contenedores pardo oscuro, de paredes delgadas pero firmes, localizados por abajo de la cámara de cría, fusionados y formando una sólida masa en la que los contenedores individuales son claramente reconocibles. Cámara de cría con los usuales pilares delgados. Celdillas pardo oscuro y capullos pardo claro.

Wille y Michener (1973) encontraron contenedores en los cuales se encontraba mezclado polen con miel.

***Plebeia (Plebeia) frontalis* (Friese)**

Nidos en cavidades. Con o sin capas de batumen, aparentemente los nidos pequeños carecen de ellas. Involucro incompleto, limitado a parches irregulares a los lados de la cámara de incubación y pegados a los bordes de los panales. Contenedores pardo oscuro por arriba de la cámara de incubación, compactos y fusionados, tanto que es difícil reconocerlos individualmente. Se encuentran dos grupos, uno por arriba que corresponde a los contenedores de miel y otro por abajo de contenedores de polen. Los grupos de contenedores son soportados por largos pilares alejados de las paredes de la cavidad. El número panales es variable, algunos panales (dos a cuatro) sirven como cimiento de los capullos.

***Plebeia (Scaura) latitarsis* (Friese)**

Nidos en cavidades. Entrada amarilla. Batumen sólo como una lámina delgada; material adhesivo presente en el interior del tubo de entrada. Postes

pardo oscuro, fusionados pero distinguibles. Involucro ausente. Avance frontal sólo en una parte por arriba del panal pero entero sobre el panal que contiene huevos. Con pilares soportando los contenedores (Wille y Michener 1973).

***Trigona (Tetragonisca) angustula* (Lepelletier)**

Nidos en cavidades. Estructura variable por la diversidad de substratos en los que anida. Tubo externo de la entrada gris o pardo, usualmente amarillo cerca del ápice, delgado y flexible. Placas de batumen y su forro negras, delgadas y flexibles. Involucro pardo con tres a siete capas en diferentes partes del nido. En los nidos que se encuentran en árboles vivos, el involucro es delgado y sólo presenta dos a tres capas a los lados.

Contenedores de alimento pardos con las paredes delgadas y fusionados en grupos pero reconocibles individualmente. En las cavidades que se encuentran orientadas verticalmente, los contenedores se encuentran por arriba de la cámara de incubación, en los orientados horizontalmente están a los lados. Contenedores de miel por arriba de los de polen y en ocasiones se encuentran mezclados.

La cámara de incubación es variable en forma, dependiendo de la cavidad en la que se encuentre, por lo que el número de panales es también variable.

***Trigona (Trigona) corvina* Cockerell.**

Nidos expuestos. Ovais y alargados verticalmente. Variables en medidas, dependiendo de su edad. Se han reportado nidos hasta de 80 kg.

Presenta una capa parcial de batumen que sugiere que el nido crece en tamaño. Dentro de la estructura se encuentran contenedores pardo oscuro entre las capas internas del batumen, principalmente en la parte baja del nido. Existen además, contenedores aislados o fusionados en pequeños grupos pero individualmente distinguibles. Una capa suave y flexible considerada como un involucro que envuelve internamente a todos los contenedores, Los panales son muy irregulares, especialmente cuando son atravesados por las ramas de los árboles sobre las cuales están construidos, están parcialmente dispuestos en espiral, con piezas disociadas entre panal y panal. Usualmente se presentan de dos a tres frentes avanzados a diferentes niveles dentro del nido, involucrando hasta siete panales. Las celdas son pardo oscuro, igual que los capullos.

***Trigona (Trigona) fulviventris* Guérin.**

Estos nidos han sido encontrados en bancos de tierra suave y con mucha frecuencia en arena. El nido cuenta con una entrada negruzca de material firme pero flexible, de margen irregular. El tubo de entrada varía en diámetro. La cavidad del nido se encuentra cubierta con una capa negruzca de batumen, en el interior existen varias particiones y capas material similar pero más duro y en su

mayoría vertical, los conectivos son negros y horizontales de 3 mm de diámetro y se encuentran entre las capas más delgadas.

Los contenedores son pardo oscuro, fusionados en pequeños grupos y no reconocibles individualmente, principalmente en el caso de los contenedores de miel. El área de cría esta subdividida por varias hojas negruzcas por lo que el panal es irregular. En el área de cría no existen panales largos, sino solo parches. La cámara de cría en su mayoría es vertical con algunos pilares negros extendiéndose a través de varios panales.

***Trigona (Trigona) fuscipennis* Friese.**

Nido en cavidades. Estos nidos sólo han sido reportados en nidos de termitas, desafortunadamente no fueron recolectados en Campeche, por lo que no sabemos si aquí se sigue el mismo patrón de anidación en cuanto a sitio.

Entrada de cinco centímetros de diámetro. Cavidad en el nido de termitas recubierto con una lámina de batumen negro, contenedores de alimento fusionados en pequeños grupos

***Trigona (Trigona) nigerrima* Cresson.**

Nidos expuesto. Estructura similar al nido de *T. corvina* pero con menos material terroso incorporado. Entrada rígida, gris oscuro, capa exterior del batumen de 0.5 mm de grueso, irregularmente horadado, flexible y frágil, hecho exclusivamente de estiércol (aparentemente de vaca, cerdo o perro), no se aprecia la presencia de resina o cerumen.

Superficie del nido parcialmente de color verde con algunos líquenes y hongos que sirven como aislante del agua de lluvia. Las capas internas son oscuras y están separadas entre sí por numerosos pilares.

Contenedores pardos fusionados abajo de la cámara de cría, celdillas pardo oscuro, cerumen tan grueso que las celdas individuales son difíciles de reconocer en los márgenes del panal que es mucho más regular que en otras especies y cuando existen capullos son de color pardo (Wille y Michener, 1973).

***Trigona (Frieseomelitta) nigra nigra* (Lepeletier)**

Nidos en cavidades. Ocupa diversos sitios, desde cavidades en árboles hasta oquedades en postes de mampostería. Asociada a poblaciones humanas donde habita en tabiques, muros de casas, e incluso en estructuras metálicas. Entrada del nido inconspicua, con un leve reborde de resinas rodeando el orificio de ingreso en el cual se aposta un solo guardián.

A diferencia de la mayoría de las especies, no construye panales completos. La arquitectura consiste en racimos de celdas aisladas, unidos por una gran cantidad de conectivos delgados pardo claro.