



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

00343
6
24.

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MELITOFAUNA DE ALGUNOS BOSQUES MESOFILOS
DE MONTAÑA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS (B.A.)

P R E S E N T A

LUIS MANUEL GODINEZ GARCIA

DIRECTOR DE TESIS:
DR. JORGE ENRIQUE LLORENTE BOUSQUETS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

PAGINACION VARIA

COMPLETA LA INFORMACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

MELITOFAUNA DE ALGUNOS BOSQUES MESÓFILOS
DE MONTAÑA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

LUIS MANUEL GODÍNEZ GARCÍA

COMITÉ TUTORIAL:

DR. JORGE E. LLORENTE BOUSQUETS
DR. JUAN MANUEL LABOUGLE RENTERÍA
M. C. ARMANDO M. LUIS MARTÍNEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.

MARZO DE 1997

**A Gisela,
A Amílcar,
A Aderak,
Con Amor.**

**A ti.....
porque tu ejemplo me alienta a ser mejor**

CONTENIDO

CONTENIDO	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	1
EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	1
APOIDEA	2
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	5
ÁREAS DE ESTUDIO	6
LOCALIZACIÓN Y RUTAS DE ACCESO	6
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	7
FISIOGRAFÍA	7
HIDROLOGÍA	8
SUELOS	8
CLIMA	8
VEGETACIÓN	9
MATERIAL Y MÉTODO	11
RESULTADOS	13
RIQUEZA DE ESPECIES	13
ABUNDANCIA DE ESPECIES Y FORMAS DE VIDA	19
DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESTACIONAL	20
RELACIÓN CON LA FLORA	21
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO	24
DISCUSIÓN	26
RIQUEZA, ABUNDANCIA DE ESPECIES Y FORMAS DE VIDA	26
DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESTACIONAL	27
RELACIÓN CON LA FLORA	27
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO	28
CONCLUSIONES	30

RECONOCIMIENTOS	31
LITERATURA CITADA	33
APÉNDICES	
1) ESPECIES VEGETALES VISITADAS POR LAS ABEJAS EN TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO	40
2) PARÁMETROS CALCULADOS PARA LOS MODELOS DE LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES INTRODUCCIÓN AL APÉNDICE 3	45 46
3) LISTA DE LAS ESPECIES DE ABEJAS SILVESTRES PRESENTES EN TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO	48
4) RIQUEZA DE ESPECIES Y ESPECIES COMPARTIDAS EN LAS LOCALIDADES	54

ÍNDICE DE FIGURAS

1) MAPA DE LOCALIZACIÓN DE TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO	6
2) DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DE LAS LOCALIDADES DE TRABAJO	9
3) RIQUEZA MELITOFAUNÍSTICA DE TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO	13
4) RIQUEZA MELITOFAUNÍSTICA DE TENANGO DE DORIA, HIDALGO	14
5) RIQUEZA MELITOFAUNÍSTICA DE TLANCHINOL, HIDALGO	15
6) CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES, TENANGO DE DORIA, HIDALGO	16
7) CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES, TLANCHINOL, HIDALGO	17
8) MELITOFAUNA EXCLUSIVA DE TENANGO DE DORIA, HIDALGO	18
9) MELITOFAUNA EXCLUSIVA DE TLANCHINOL, HIDALGO	18
10) ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE LA MELITOFAUNA EN TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO	19
11) ESTRUCTURA DE LA MELITOFAUNA EN TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, SEGÚN FORMAS DE VIDA	20
12) ESTACIONALIDAD DE LA MELITOFAUNA DE TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO	21
13) FENOLGÍA DE LAS ABEJAS SILVESTRES DE TENANGO DE DORIA, HIDALGO	22
14) FENOLOGÍA DE LAS ABEJAS SILVESTRES DE TLANCHINOL, HIDALGO	22
15) RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE ESPECIES DE ABEJAS VISITANTES Y EL NÚMERO ESPECIES DE PLANTAS VISITADAS EN TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO.	23
16) DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE GÉNEROS	24

RESUMEN

En el presente estudio se realizó un inventario de las abejas silvestres en dos localidades con bosque mesófilo de montaña enclavadas en la Sierra Madre Oriental. Se recolectaron 2082 ejemplares que están depositados en la colección entomológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se registraron en total 178 especies pertenecientes a 49 géneros de cinco familias, que representan poco más del 11% del total de especies conocidas actualmente en México. Tenango de Doria fue la localidad más rica en especies con 134, mientras que en Tlanchinol se recolectaron 96. Los modelos aplicados que relacionan el esfuerzo de recolección con el número de especies acumuladas para estimar la riqueza de la fauna de abejas, indican un total de 190 especies en Tenango de Doria y 108 especies en Tlanchinol.

Nueve de las especies en este trabajo son nuevas para la ciencia y dos son registros nuevos para el país. Los géneros *Crawfordapis* e *Hypanthidioides* se registraron por primera vez al norte del estado de Chiapas. Las familias mejor representadas fueron Halictidae (77 especies) y Apidae (61 especies), mientras que los géneros más ricos fueron *Lasiosiglossum* (s 1), *Augochlora*, *Colletes* y *Andrena*.

En general, las especies que presentan cierto grado de sociabilidad fueron más abundantes que las estrictamente solitarias, debido al número de individuos que forman una colonia.

Se reconocen dos grupos de abejas de acuerdo con el horario en el que se registró su actividad, el primero comprende las especies cuya actividad inicia con el alba y continúan activas durante el resto del día y el segundo a las especies que inician su actividad horas después del amanecer, cuando la temperatura aumenta por la incidencia de los rayos solares y se interrumpe cuando se registra un descenso de aquella.

De acuerdo con el período de actividad, se detectaron tres categorías de abejas: especies univoltinas, subdivididas en aquellas que se registraron únicamente en la "época seca", las registradas solamente en la "época húmeda" y las especies univoltinas recolectadas al final de una época y al principio de la siguiente. El segundo grupo son las especies bivoltinas y por último, las especies presentes todo el año. Se detectaron dos picos de riqueza durante el año, el menor en marzo (Tenango de Doria) y mayo (Tlanchinol) que correspondería a la "época seca" y el más rico en especies durante octubre (Tenango de Doria) y septiembre (Tlanchinol) que coincide con la época de mayor humedad, por lo que el patrón fenológico de los adultos está relacionado con el patrón de lluvias que a su vez corresponde con las cimas de floración.

Se registraron 52 especies de plantas en 46 géneros de 22 familias que fueron visitadas por las abejas en ambas localidades. En la familia Asteraceae se registró el mayor número de especies de abejas, le siguen las Labiatae, Rosaceae, Tiliaceae, Melastomataceae, Cucurbitaceae y Leguminosae.

Los patrones de distribución y endemismo de la megafauna se determinaron tomando en cuenta tres grupos de organismos como marcos de referencia: plantas vasculares, mariposas y aves.

En Tlanchinol, los elementos tropicales y subtropicales fueron más diversos, mientras que en Tenango de Doria los elementos mesoamericanos estuvieron mejor representados y los elementos tropicales no son escasos, convirtiendo a Tenango en la localidad más rica en especies.

Los géneros más numerosos fueron los cosmopolitas y subcosmopolitas, cuya distribución no está limitada por la altitud. En segundo lugar están los géneros americanos, divididos en cinco categorías, le siguen los géneros endémicos y cuasiendémicos: *Crawfordapis*, *Dinagapostemon*, *Alexalcatus* y *Deltotilia*. Por último, los géneros de amplia distribución en América y aquellos que van del sur de Norteamérica a Centroamérica, son los menos representados.

Por último, se indica la importancia de la altitud y condiciones ambientales prevalentes en las montañas húmedas en la distribución actual de los géneros de abejas por un lado y el papel preponderante que históricamente han jugado el Istmo de Tehuantepec y el Eje volcánico Transversal en los procesos de diversificación por el otro.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países llamados megadiversos, pues alberga aproximadamente el 10% del total de especies a nivel mundial, y entre otros grupos, ocupa uno de los cinco primeros lugares en cuanto a riqueza de plantas (Rzedowski, 1991), ropalóceros (Llorente et al., 1993) y vertebrados (Flores y Gerez, 1994). Además, es notable el alto porcentaje de grupos endémicos y cuasiendémicos, pues de acuerdo con los primeros autores éste oscila entre el 10.4 y 58.9.

Lo anterior es resultado de la intrincada topografía y heterogéneas condiciones climáticas que sumadas al complejo pasado geológico del país han propiciado la aparición de linajes con historias evolutivas y biogeográficas propias (Halffter, 1987; Rzedowski, 1991; Llorente y Escalante, 1992; Flores y Gerez, 1994).

Por otro lado, para Halffter (1964, 1976, 1977, 1987) y Darlington (1957), entre otros, la localización geográfica de la República Mexicana es el factor que determina la riqueza biológica del país, pues es aquí donde se solapan tres grandes "horofaunas", una de evolución boreal, la segunda austral y la tercera mesoamericana formando una complicada red, determinada en función de la intrincada historia geológica, la gran variedad de tipos climáticos y de vegetación, consecuencia de su posición geográfica (Luis et al., 1991).

El estudio de las biotas de las zonas montañosas reviste particular interés taxonómico y biogeográfico por la gran cantidad de endemitas que se presentan (Flores y Gerez, 1994), y que son determinantes en el entendimiento de la evolución de los taxones y sus áreas de distribución (Luis y Llorente, 1990). El presente estudio se enmarca dentro del proyecto que desde hace varios años se lleva a cabo en el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM intitulado "Biogeografía Insular de la Fauna de las Montañas Húmedas de México".

EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

NOMENCLATURA Y CARACTERIZACIÓN. Se denomina bosque mesófilo de montaña a las comunidades arbóreas que se desarrollan en terrenos montañosos entre los 600 y 3,200 m de altitud, ocupando sitios más húmedos y cálidos que los bosques de *Quercus* y de *Pinus*, pues la precipitación en los bosques mesófilos es superior a los 1,000 mm y en algunos lugares excede los 6,000 mm, como en la Chinantla (l. Luna, com. pers.) y la temperatura es superior a los 12° C (Rzedowski, 1978).

Este tipo de vegetación se desarrolla en climas de tipo Cfa, Cfb, Af y Am, templados y cálidos con lluvias todo el año, aunque también se le puede encontrar en Aw y Cw, cálidos y templados con régimen de lluvias en verano, de acuerdo con la modificación que García (1973) hace de la clasificación climática de Köppen. Los meses secos son de cero a cuatro, la neblina es muy frecuente y las heladas son raras (Rzedowski, 1978).

El bosque mesófilo de montaña es muy variable en cuanto a su fisonomía y florística, reflejo de las condiciones físicas tan diversas bajo las que se desarrolla: altitud, suelo, pendiente, orientación del terreno, temperatura y humedad atmosférica, entre otros. Luna et al. (1994) sintetizan las condiciones físicas que, según varios autores, determinan el desarrollo de este tipo de bosque, entre los que se encuentran, la lluvia orográfica, presencia de nubes, baja intensidad luminosa, baja presión de vapor de agua, y localización geográfica. Estos autores concluyen que la complejidad ambiental, histórica y geográfica hacen extremadamente difícil definir y caracterizar, de modo simple, al Bosque Mesófilo de Montaña.

DISTRIBUCIÓN. El Bosque Mesófilo se presenta de forma discontinua desde el sur de Sonora en la Sierra Madre Occidental, Nuevo León y Tamaulipas en la Sierra Madre Oriental (Veracruz, Hidalgo, Querétaro, Puebla, Oaxaca), a todo lo largo del Eje Neovolcánico, el Istmo de Tehuantepec (Huimanguillo, Tabasco), la Sierra Madre del Sur, el Macizo Central, la Sierra Madre de Chiapas y a lo largo de las cordilleras centroamericanas hasta la Sierra de Talamanca en Costa Rica, siempre de forma fragmentada formando manchones o "islas" de diferente tamaño y composición biótica (Hernández, 1992).

FISONOMÍA Y RIQUEZA FLORÍSTICA. El Bosque Mesófilo de Montaña se caracteriza por ser un bosque denso con árboles perennifolios o caducifolios de 15 a 35 metros de altura (aunque algunos alcanzan los 65 metros), con troncos hasta de 2 m de diámetro (Rzedowski, 1978). Generalmente son varios los estratos arbóreos presentes. El número de especies dominantes es variable, pudiendo existir gran cantidad de especies codominantes. El estrato herbáceo, por otra parte, no tiene gran desarrollo en los bosques bien conservados, pero en los claros que se forman suele ser muy exuberante y diverso (Rzedowski, 1978; Luna et al., 1994). Por otro lado, Rzedowski (1991) indica que el bosque mesófilo de montaña es uno de los más ricos por unidad de área (sólo superado por los bosques tropicales), no obstante que sólo ocupa el 1% del territorio de la República y menciona además, su elevado número de endemismos, pues de tres mil especies vegetales el 60% son endémicas con respecto a su Megaméxico 3.

ORIGEN Y BIOGEOGRAFÍA DEL BOSQUE MESÓFILO. Raven y Axelrod (1972, 1974) propusieron el origen del Bosque Mesófilo en las zonas más húmedas del oeste de Gondwana (hoy comprendidos por áreas de África y Sudamérica). Sin embargo, el origen de los diferentes elementos botánicos que actualmente encontramos en el bosque mesófilo se fija en diferentes tiempos geológicos, según varios autores. Así, Takhtajan (1969) y Raven y Axelrod (1974) establecen que los elementos más antiguos son gondwánicos del Cretácico Medio, mientras que los componentes asiáticos en México son de la transición Terciario-Cuaternario (Plioceno-Pleistoceno). También Raven y Axelrod (1974), con base en estudios palinológicos, estiman el origen de algunos integrantes característicos de éste tipo de vegetación (*Alnus*, *Liquidambar* y *Fagaceae*) en el Paleoceno, aunque Graham (1973, 1975) propone el origen de estos hasta el Mioceno Tardío.

En 1992, Lorente y Escalante caracterizaron biogeográficamente al Bosque Mesófilo de Montaña, desde el punto de vista de la "Teoría de Biogeografía Insular" y proponen seis Islas Submontañas para México, cada una formada por unidades insulares de diferente tamaño. Proponen, además, que hay tres pisos altitudinales en los que se localizan las islas: el primero va de los 600 a 1,200 m con elementos frecuentemente de afinidad neotropical, el segundo de 1,200 a 1,900 caracterizado principalmente por elementos autóctonos y el tercero de los 2,000 a 3,200 m con gran proporción de organismos de filiación boreal. Cabe mencionar que, según los autores citados, no en todas las islas o "partes de las islas" existen los tres pisos altitudinales.

APOIDEA

Las abejas son un grupo importante de organismos, por ser polinizadores de muchas plantas silvestres, así como de buena parte de las cultivadas por el hombre (McGregor, 1976; Martin, 1980). De hecho, según Free (1970), Proctor y Yeo (1979) y Eickwort y Ginsberg (1980), son los polinizadores principales de la mayoría de las plantas con flores. El hombre obtiene diversos productos alimenticios y curativos de algunas especies sociales como miel, cera, polen, jalea real y otros más.

Estos insectos del Orden Hymenoptera -Suborden Apocrita- conforman, junto con las avispas esfecoides, la Superfamilia Apoidea (Michener 1944, 1965; Roig-Alsina y Michener, 1993). Los últimos autores reúnen a las abejas en el grupo informal llamado Apiformes, que está representado en México por siete familias. Las abejas pueden ser separadas del resto de los himenópteros por presentar pelos plumosos y estructuras en forma de cepillos o cucharas que les permiten acarrear el polen,

MELITOFAUNA DE HIDALGO

que constituye, junto con el néctar, el alimento de las larvas. Otras características importantes son las modificaciones de las partes bucales y el basitarso posterior más ancho que el resto de los artejos de las patas (Michener, 1944; Stephen *et al.*, 1969).

La fauna mexicana de abejas nativas es inusualmente grande y diversa, y es una de las más ricas melitofaunas del Hemisferio Occidental concentrada en un área geográfica relativamente pequeña. Alrededor del 10% de la apifauna mundial se concentra en nuestro país (Godínez, 1991; Michener *et al.*, 1994), y de esta forma, México ha sido considerado como un "centro de diversificación" por varios investigadores como Timberlake (1954) y LaBerge (1986).

En 1993, Ayala *et al.* indicaron que el número de abejas nativas registradas en el país alcanzaba la cifra de 1,589 especies en 154 géneros. Más recientemente Ayala *et al.* (1996) reconocen 1,800 especies y subespecies en 144 géneros con base en la clasificación de Michener *et al.* (1994) y Roig-Alsina y Michener (1993) y predicen que el número real puede exceder las 2,000 especies. No obstante la riqueza melitofaunística de nuestro país, únicamente 64 géneros de los presentes en México han sido revisados taxonómicamente.

Existen numerosos grupos de abejas endémicos o cuasiendémicos para el país como el subgénero *Mesoxaea* de *Protoxaea* (México y el suroeste de Estados Unidos), los géneros *Mexalictus* (Chiapas al sur de Arizona), *Paragapostemon* y *Dinagapostemon* (montañas de Oaxaca a Nuevo León), *Xenopanurgus* (montañas del Eje Neovolcánico al sur de Arizona), *Aztecanthidium* (Morelos a Nayarit), *Agapanthinus* (Baja California), *Loxoptilus* (altitudes moderadas de Nayarit a Morelos y Guerrero), *Pectinapis* (altitudes moderadas del Estado de México, Puebla y Morelos a Nuevo León), *Syntrichalonia* (Estado de México al sur de Arizona y Texas), además de los géneros *Protosmia*, *Idiomelissodes*, *Martinapis*, *Simanthedon*, *Paranomada*, *Triopasties* y *Townsendiella* distribuidos en el noroeste de México y suroeste de Estados Unidos (Michener *et al.*, 1994). Además, entre los géneros con mayor riqueza de especies en nuestro territorio encontramos a *Centris*, *Deltotilia*, *Exomalopsis* y *Xenoglossa* (Godínez, 1991; Michener *et al.*, 1994). Cabe mencionar que los últimos géneros de abejas descritas para México, *Deltotilia* (LaBerge y Michener, 1963), *Pectinapis* (LaBerge, 1970) y *Mexalictus* (Eickwort, 1978), son endémicos de los sistemas montañosos de nuestra República.

La distribución de las abejas está determinada por diversos factores físicos y biológicos y sus complejas interrelaciones, siendo la vegetación, sin duda, uno de los más importantes, pues los únicos insectos que tanto en sus etapas de larva e imago dependen directamente de los recursos florales (néctar y polen que las hembras acopian), para obtener los carbohidratos y proteínas indispensables para vivir. Por su parte, las plantas se ven beneficiadas con la polinización, estableciéndose una verdadera interdependencia entre ambos. Estos insectos han desarrollado diferentes estrategias en cuanto al forrajeo (actividad de recolección de polen), pudiendo ser monoléticas (restringidas a forrajear sobre una especie de planta), oligoléticas (especialistas en visitar algunos grupos de plantas muy relacionados filogenéticamente) y poliléticas que son abejas generalistas y casi siempre de amplia distribución (Linsley *et al.*, 1952).

Se espera que este estudio sea una base importante para comprender distintos aspectos sobre la diversidad y biogeografía de las abejas mexicanas, en particular de la melitofauna montana del oriente de México.

En otro aspecto, trabajos de este tipo aportan ejemplares que, una vez constituidos en colección, son indispensables en taxonomía, biogeografía, aspectos evolutivos y ecológicos u otros. De esta forma se deriva, en parte, la concepción básica de que los museos son centros de información biológica e investigación y no meros lugares de almacén (Navarro y Llorente, 1991).

Por último, el conocer la fenología de los organismos, es un soporte que facilita la realización de estudios más específicos en historia natural, etología, autoecología, palinología y polinización, entre otros.

ANTECEDENTES

La fauna de abejas silvestres de bosque mesófilo de montaña en México es, a la fecha, prácticamente desconocida, pues no se han realizado estudios melitofaunísticos anteriores a este. El único antecedente directo mencionado en la literatura y que hace referencia a la Sierra Madre Oriental es el de Ayala *et al.* (1993) quienes citan, con base en las revisiones genéricas publicadas 40 especies de abejas para la Sierra Madre Oriental, recolectadas en 34 localidades. Mencionan, además, que 13 de estas especies son endémicas de México y una sola para la Sierra Madre Oriental.

El conocimiento de la melitofauna silvestre mexicana es el resultado de múltiples registros dispersos en la literatura, entre los que se pueden mencionar a los siguientes: Cresson (1864, 1868, 1878) y Cockerell (1896, 1899) en el siglo pasado. Actualmente se ha incrementado el número de trabajos sistemáticos que incluyen información sobre especies presentes en el territorio mexicano como los de Cockerell (1917, 1949), Schwarz, 1949, Timberlake (1954, 1956, 1958, 1960, 1962, 1964, 1968, 1971, 1980), LaBerge (1956, 1957, 1958, 1970), LaBerge y Michener (1963), Hurd y Linsley (1964, 1966), Ordway (1966), Snelling (1966, 1974, 1984), Urban (1967), Eickwort (1969, 1978), Roberts (1972), Hurd (1978), Kimsey (1978, 1982, 1987), Brooks (1983), McGinley (1986), Shanks (1986), Moure y Hurd (1987), Roberts y Brooks (1987), Labouglie (1990), Ayala (1992), Packer (1994), entre otros.

No obstante lo anterior, el 52% de los géneros encontrados en México no han sido revisados, en comparación con el 19% de los que se encuentran en los Estados Unidos de América (Ayala *et al.*, 1993). Asimismo, la gran mayoría de los estudios referentes a la sistemática, biología y ecología de las abejas nativas han sido realizados por especialistas extranjeros.

Históricamente, podemos dividir el estudio de la melitofauna mexicana en cuatro periodos, según Ayala *et al.* (1993). El primero comprende de 1758 a 1819, en el que se describieron 26 taxones mexicanos por Linneo, Olivier, Fabricius y Spinola, a partir de colecciones pequeñas. El segundo periodo (1820-1889) marca la transición entre los naturalistas y los primeros especialistas en Hymenoptera entre los que sobresalen los entomólogos Cresson, Smith, Dours, Guérin, Lepelletier y Say. De 1890 a 1929 se da un considerable aumento en el número de especies publicadas y especialistas que las describen, destacando Cockerell con 386 especies y Friese autor de 42 descripciones de especies mexicanas. El último periodo inicia en 1930 y se describieron en él 45% de las especies conocidas en México. De este periodo destacan Hurd, LaBerge, Michener, Snelling y Timberlake.

A la fecha, el único trabajo faunístico publicado que considera las abejas de todo el país es el de Cockerell (1899) el cual reporta 311 especies. Respecto a melitofaunas locales, los únicos estudios son los de Ayala (1988) para el bosque tropical caducifolio de la región de Chamela, Jalisco, donde cataloga 228 especies; Roubik *et al.* (1991) citaron 90 especies en la vegetación tropical de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo; Godínez (1991) en bosque espinoso abierto registró 177 especies para San Gregorio, Guanajuato, y Estrada (1992) recolectó 171 especies para los bosques de pino, encino y su ecotono en la Sierra del Tigre, Jalisco.

OBJETIVOS

- **Objetivo General:**

Conocer la melitofauna de dos áreas de Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra Madre Oriental.

- **Objetivos Particulares:**

- 1) Elaborar una lista de la fauna de abejas silvestres que ocurren en las zonas de estudio (Tenango de Doria y Tlanchinol, Hidalgo), reconociendo su distribución local.
- 2) Describir la distribución temporal o estacional de los Apoidea en las áreas de estudio.
- 3) Registrar la actividad diurna de las abejas silvestres en las localidades.
- 4) Reconocer las plantas y substratos visitados por las abejas en las áreas de trabajo.
- 5) Formar una colección de abejas que sirva como base para estudios posteriores.
- 6) Determinar los patrones de distribución de las abejas silvestres en las áreas estudiadas.

ÁREAS DE ESTUDIO¹

LOCALIZACIÓN Y RUTAS DE ACCESO

El municipio de Tenango de Doria se ubica al oriente de Hidalgo, entre los paralelos 19°22' y 20°40' latitud norte y 97°59' y 98°44' longitud oeste. La altitud es de 1200 a 1680 metros. La superficie del municipio es de 146.69 km². Limita al norte con San Bartolo Tutotepec y Huehuetla, al sur con Puebla y Metepec, al este con Puebla y Huehuetla y por el oeste con San Bartolo Tutotepec, Agua Blanca y Metepec.

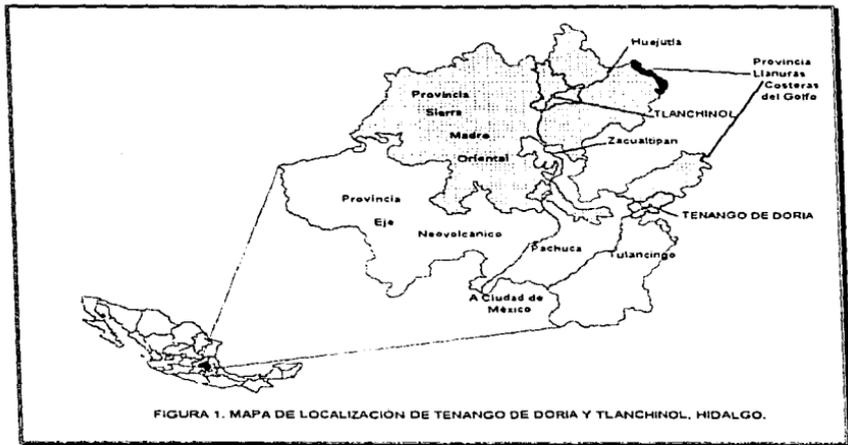


FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO.

La ruta de acceso a Tenango de Doria es la siguiente: Se toma la Autopista México-Teotihuacán (130 D) y se continúa por la carretera Tulancingo-Tuxpan (130). Ocho kilómetros después de Tulancingo,

¹Dado que Tenango de Doria y Tlanchinol pertenecen a la misma subprovincia morfotécnica, la descripción fisiográfica y geológica, además de la vegetacional se hará para los dos lugares a la vez, anotando las diferencias cuando sea pertinente.

se desvía hacia Metepec y Agua Blanca (carretera estatal 51). De Metepec se continúa por la carretera estatal número 53 hasta llegar a Tenango de Doria.

Tlanchinol pertenece a la región de Molango, integrada por 11 municipios. Se ubica entre los paralelos 21°00' y 21°10' norte y 98°30' y 98°45' oeste, con altitudes entre 500 y 1600 m. Colinda al norte con San Luis Potosí, al sur con Calnali, al este con Huazalingo y Huejutla y al oeste con Lolotla. Cuenta con una superficie de 384.28 km². La cabecera municipal, Tlanchinol, se localiza a los 20°59'04" norte y 98°38'13" oeste a una altitud de 1589 metros (figura 1). Para llegar a Tlanchinol, partiendo de la ciudad de México, se toma la autopista México-Pachuca (carretera 85 D). A la altura de Pachuca se continúa por la carretera federal a Tampico (carretera 105) y antes de llegar a Tlanchinol (que se encuentra en el kilómetro 165), se pasa por Atotonilco el Grande, Metzquititlán, Zacualtípán, Molango, Lolotla, Iztlahuaco y Otongo.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Según Ferrusquía-Villafranca (1993), las localidades de trabajo pertenecen a la Subprovincia de Cimas Ampliamente Espaciadas del Sector Este de la Provincia morfotectónica de la Sierra Madre Oriental. Dicho sector corre de norte a sur; localizado entre 19°40' y 26°00' norte y 97°30' y 101°20' oeste. Cubre aproximadamente 77,000 km², tiene 250 Km de largo y en promedio 140 Km de ancho. Incluye partes de los siguientes estados: norte de Querétaro e Hidalgo, este de San Luis Potosí, oeste de Tamaulipas, sur de Nuevo León y la esquina sureste de Coahuila. En esta Subprovincia son grandes las cantidades de rocas marinas sedimentarias del Jurásico y Cretácico y las rocas continentales clásticas sedimentarias.

Por otro lado, Guzmán y De Cserna (1963) y Morán (1984) citan que su Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental ha sido originada por el plegamiento de las rocas sedimentarias localizadas en el Paleozoico y Mesozoico de los mares antiguos. Así, entre las formas geológicas apreciables en el área, el tipo de montañas complejas son las dominantes, constituidas por rocas sedimentarias plegadas y afalladas, afectadas por dos o más tendencias estructurales. Resultado de esos procesos es la gran estructura plegada -ahora expuesta por acción erosiva- que ha sido llamada Anticlinalorio de Huayaquocotla, uno de los afloramientos paleozoicos más extensos del país.

Localmente, en Tenango de Doria las rocas sedimentarias son calizas del Cretácico inferior y calizas-lutitas del Jurásico Superior. Las rocas ígneas están representadas por basaltos del Terciario Superior (INEGI, 1992). En Tlanchinol, las rocas sedimentarias son calizas-lutitas del Cretácico Superior y Jurásico Superior y las areniscas del Pérmico y Jurásico Medio. Los basaltos se originaron en el Terciario Superior (INEGI, 1992).

FISIOGRAFÍA

La parte este y sureste de Tenango pertenecen al Eje Neovolcánico Transversal (Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo), mientras que el centro, norte y oeste a la Sierra Madre Oriental (Subprovincia del Carso Huasteco).

La Subprovincia del Carso Huasteco ocupa una superficie de 9,712.93 km², la mayoría en terreno hidalguense. La Provincia consta de una línea montañosa que corre paralela a la costa del Golfo de México. Se encuentra limitada al sur por el Eje Neovolcánico, al Poniente por la Mesa Central al norponiente por la Sierra Madre Occidental, los bolsones y Sierra de Chihuahua y Coahuila y al oriente por la planicie Costera del Golfo. Su transición hacia la Mesa Central y el Eje Neovolcánico es poco abrupta debido, en primer lugar, a la altitud media de esas provincias, y en segundo lugar, al proceso de rellenamiento con materiales aluviales y volcánicos en tal zona. La transición hacia la Planicie

LUIS MANUEL CODÍNEZ

Costera del Golfo es más abrupta debido a la menor altitud y a la orografía propia de la Planicie (INEGI, 1992).

La Subprovincia de las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo se extiende desde el poniente de la ciudad de Querétaro hasta el municipio de Tenango de Doria en Hidalgo. Ocupa una superficie de 721.33 km². En su parte central presenta un corredor (Este-Oeste) de poco más de 2,000 m de altitud, rodeado por cadenas montañosas de origen volcánico, constituidas por altas elevaciones y profundos valles. En ocasiones se observan mesas angostas y elevadas formadas por derrames lávicos aislados (INEGI, 1992).

En ambas localidades el paisaje es similar. La superficie es abrupta y los picos, barrancas, caídas de agua y lomeríos forman un mosaico dominado la mayor parte del tiempo por la neblina. Ambos poblados se asientan en la cima de lomas de regular tamaño, de tal forma que desde ahí se domina parte de sus pequeños valles con el bosque mesófilo en sus partes más altas e inaccesibles.

HIDROLOGÍA

Tenango de Doria pertenece a la cuenca hidrológica "Río Tuxpan" de la región hidrológica "Tuxpan-Nautla" (RH27 según INEGI, 1992). Toma su nombre del Río Tuxpan que se origina al este de la localidad y termina en Veracruz, en la desembocadura conocida como Barra de Tuxpan. En Tenango es conocido como Río Pantepec, formado por las aportaciones de los ríos Blanco y Pahuatlán. Una pequeña zona en el sur y este del municipio pertenece a la cuenca del Río Cazones que desemboca en Poza Rica, Veracruz. Tres ríos menores cruzan el municipio: Tenango, San Francisco y Cuarco.

Tlanchinol pertenece a la cuenca del Río Moctezuma, incluida en el área del Bajo Pánuco de la cuenca hidrológica "Río Pánuco". El municipio es cruzado por un elevado número de corrientes de agua de diverso caudal, los mayores son los ríos Tehuetlán, Santa María, Xalpan, Amaxatl y Quetzaltongo (INEGI, 1992).

SUELOS

El suelo en ambas localidades es del Terciario, Cuaternario y Mesozoico, arcilloso y con una capa rica en humus, de textura fina y presenta gran contenido de carbonatos derivados de calizas por acción de la precipitación pluvial y la temperatura, de tal manera que la presencia y desarrollo de aquel está condicionado por el material parental y el clima (INEGI, 1992).

En las zonas bajas de Tenango de Doria predominan el luvisol crómico y el cambisol éutrico, en las zonas altas y escabrosas el cambisol húmico, regosol districo y el litosol (INEGI, 1992).

En Tlanchinol, el suelo predominante es el litosol, seguido por el feozem háptico y en tercer lugar el luvisol crómico (INEGI, 1992).

CLIMA

En los dos lugares el clima es semicálido, el más cálido, de los templados húmedos con temperatura media anual mayor a 18°C y la del mes más frío menor a 18 °C, verano fresco y largo, temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, isotermal con poca oscilación, entre 5 y 7 °C, marcha de la temperatura tipo Ganges pues el mes más caliente del año es antes de junio (figura 2).

La única diferencia entre los municipios es el régimen de lluvias y la precipitación anual, pues mientras que en Tenango de Doria llueven 2,000 mm al año, las lluvias se presentan en el verano, la

precipitación del mes más seco es menor a 40 mm y el porcentaje de lluvias invernal menor a 5 de la anual, en Tlanchinol las lluvias se presentan todo el año (2,600.8 mm anuales) y el porcentaje invernal de lluvia es mayor a 5 y menor a 18 de la anual (CETENAL, 1970; Instituto de Geografía, UNAM, 1977; INEGI, 1992).

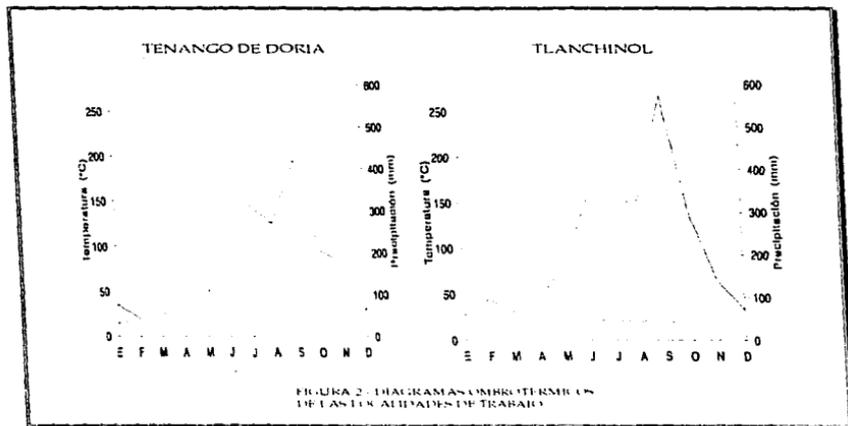


FIGURA 2. DIAGRAMAS UMBROTERMICOS DE LAS DOS ALDEAS DE TRABAJO

Según Ayala (sin año, a y b), la temperatura promedio en Tenango de Doria es de 17.1 °C y la precipitación promedio mensual de 173.4 mm (2,080.15 mm en total al año), mientras que Tlanchinol es más cálido con 19.15 °C en promedio y más húmedo pues llueven en promedio 212.3 mm mensualmente (2,547.15 mm anual).

VEGETACIÓN

Dado lo accidentado de la topografía se presentan otros tipos de vegetación en parches en las áreas de estudio, desde la selva mediana subperennifolia en las partes más bajas y el bosque de galería a lo largo de los ríos hasta los bosques de pino en las cimas de los cerros (Rzedowski, 1978). No obstante, el tipo de vegetación dominante es la de Bosque Mesófito de Montaña y se encuentra en las zonas más agrestes e inaccesibles.

Luna, et al. (1994), caracterizaron florística y biogeográficamente al Bosque Mesófito de Tlanchinol y citan 336 especies de plantas vasculares. Según Alcántara (1996), en Tenango de Doria el número de especies es de 453, de las que 408 son angiospermas (345 dicotiledóneas), y el número de especies

compartidas es de 156. Por lo que el número de plantas superiores reconocidas en estas localidades es de 633 especies.

MATERIAL Y MÉTODO

Para llevar a cabo este trabajo se recopiló la bibliografía que pudiera tener información valiosa y sirviera como antecedentes sobre las abejas silvestres de las zonas de trabajo. Con tal propósito se envió correspondencia a los investigadores alistados en los agradecimientos y se realizaron estancias con los investigadores de las primeras tres instituciones.

Se revisaron las cartas geográficas temáticas (incluidas en INEGI, 1992), para caracterizar las zonas y localizar las áreas con Bosque Mesófilo y sus rutas de acceso y se copiaron los datos de temperatura y precipitación de las estaciones meteorológicas más cercanas. Para definir los lugares de recolecta se realizó una visita previa de reconocimiento a cada localidad y se llevaron a cabo recorridos en vehículo y a pie localizando veredas y caminos.

Se realizaron 20 salidas de campo (diez a cada localidad) durante el periodo de marzo de 1993 a febrero de 1995, de tal manera que solamente en los meses de julio en ambas localidades, febrero en Tenango de Doria y enero en Tlanchinol no se hicieron recolectas.

En Tenango de Doria se invirtieron en total 428 persona/horas de esfuerzo de recolecta, mientras que en Tlanchinol fueron 487, en ambos casos repartidos en diez meses.

Con el fin de tener representadas a las abejas activas a diferentes horas del día, la recolecta se llevó a cabo de manera continua, mas con fines de análisis se dividió cada día de recolecta en tres periodos de acuerdo con Linsley (1958, 1978) y Linsley *et al.* (1952), el primero de las 07:00 a las 09:00 h, el segundo de las 09:01 a las 16:00 h y el tercero iniciado a las 16:01 h y finalizado con la puesta del sol. A pesar de que no existe una época seca como tal, en los lugares de trabajo se registra un descenso de la precipitación durante los meses de diciembre a mayo, que correspondería con la época seca del Altiplano Mexicano, por lo que se decidió usar este criterio para dividir en dos el ciclo anual con propósito de análisis fenológico (figura 2).

Las recolectas se realizaron con red entomológica aérea, buscando a las abejas sobre las diferentes plantas en floración y en los diferentes hábitats que pueden ocupar (cuerpos de agua, oquedades en paredes de adobe y troncos, tallos secos, nidos), tratando de recolectar el mayor posible número de ejemplares (a excepción de las pocas especies que pueden ser reconocidas en campo). Para la captura de los machos de la tribu Euglossini, se utilizó una mezcla de sustancias fragantes que funcionan como atrayentes, como salicilato de metilo, eugenol, vainilina y eucalipto, según el metodo recomendado por Dressler (1982).

Las abejas capturadas se sacrificaron en cámaras letales de cianuro de potasio y montado en seco el mismo día de la recolecta de acuerdo con Borrer *et al.* (1976). Las abejas pequeñas y diminutas se pegaron a los alfileres con barniz de uñas transparente para evitar la pérdida de caracteres al pincharlos en el tórax.

En la bitácora de campo se anotaron los siguientes datos de recolecta: localidad, tipo de vegetación, fecha, hora, colector, substrato y condiciones cualitativas del tiempo para cada grupo de abejas recolectadas. Con esos datos y otros complementarios como altitud, sexo del ejemplar, nombre científico y distribución del género correspondiente, entre otros, se formó una base de datos para el manejo y análisis de los mismos y el rotulado de ejemplares.

La terminología de los caracteres morfológicos utilizados para la determinación taxonómica de los ejemplares, fue la recomendada por Michener (1965), Eickwort (1969), Stephen *et al.* (1969), Brooks (1988) y Michener *et al.* (1994). Los géneros para los que se cuenta con revisiones taxonómicas se determinaron a nivel específico, el resto de los taxones sólo se diferenció a especie (ver la

introducción al Apéndice 3). La clasificación seguida es la de Michener (1944, 1965, 1990) y para abejas de lengua larga la propuesta por Roig-Arsina y Michener (1993).

Con ayuda de los compañeros botánicos se recolectaron las plantas visitadas por las abejas, asociándolas con estas por medio de un número de recolecta. La lista de plantas se presenta en orden alfabético en el Apéndice 1.

Las relaciones tróficas que pueden implicar especializaciones y coevolución, se sugieren con base en los siguientes criterios, de acuerdo con lo propuesto por Linsley *et al.* (1952), Linsley (1978), Eickwort y Ginsberg (1980) y Godinez (1991):

- a) Las especies cleptoparasitas y aquellas registradas solamente con machos no fueron contemplados en este análisis pues no forrajejan polen en las flores.
- b) Únicamente se consideraron las especies con más de 10 hembras capturadas sobre las flores, para obtener más datos sobre las preferencias de los recursos alimenticios explotados por cada especie.
- c) El análisis se restringió a las especies univoltinas pues aquellas con un periodo de vuelo más amplio, necesariamente explotan diferentes recursos en el transcurso de su fase de imago. Los datos de cada ejemplar recolectado se manejaron con el paquete DBase III plus 1.0 (Ashton-Tate, 1986) y FoxPro/LAN 2.5 (Fox Holdings, 1989-1993).

Dado que se registró el esfuerzo de recolecta (persona/horas), se pudo calcular el número de especies esperado en cada localidad (Apéndice 2), con base en los modelos logarítmicos de Clench (1979) y Soberón y Llorente (1993), utilizando los métodos de Lamas *et al.* (1991) y Raguso y Llorente-Bousquets (1991) con ayuda del paquete estadístico CSS:Statistica versión 3.0 (Statsoft, Inc., 1986-1990) y la hoja de cálculo Microsoft Excel versión 5.0 (Microsoft Corporation, 1983-1993).

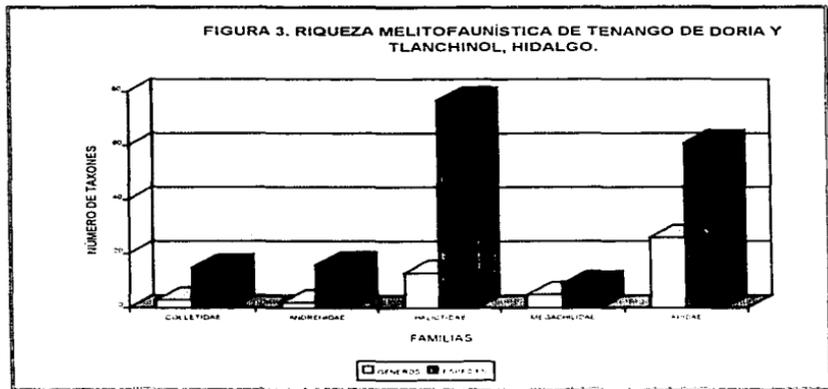
Los patrones de distribución se determinaron a partir del examen de la información existente para los géneros y especies que se indican en el Apéndice 3. Se analizaron según los trabajos de Luna *et al.* (1994) y Hernandez (1992) y la Teoría de Biogeografía Insular para Bosque mesófilo (Llorente y Escalante, 1992).

RESULTADOS

RIQUEZA DE ESPECIES

Se recolectaron 2,082 ejemplares que ahora forman parte de la colección entomológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. En Tenango de Doria se recolectaron 1,098 ejemplares mientras que en Tlanchinol, fueron 984 individuos.

En total se registraron 178 especies de 49 géneros y cinco familias (figura 3), que se presentan en forma de lista con un arreglo filogenético en el Apéndice 3.



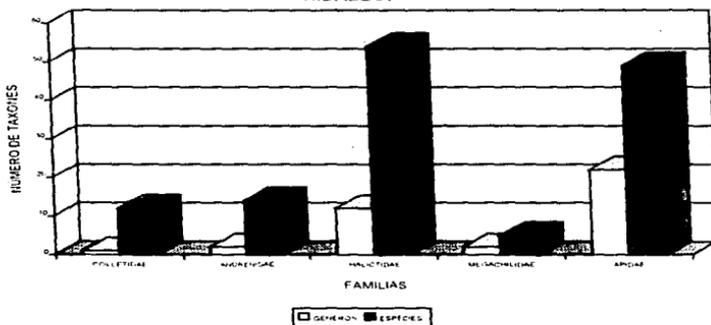
De acuerdo con el número de especies que Ayala *et al.* (1996) reportan para México, la melitofauna registrada aquí representa el 9.88% del total de especies y el 34.02% de los géneros conocidos para México. Debido al conocimiento actual de las abejas silvestres mexicanas, solo se pudieron nombrar a nivel específico 75 taxones, que representa el 42% del total. Nueve de estas especies son con toda seguridad nuevas para la ciencia: *Crawfordapis* n. sp. (Colletidae), *Heterosarus* sp. nov. 1, *Heterosarus* sp. nov. 2 (Andrenidae), *Paranthidium* sp. nov. (Megachilidae), *Deltoptila* sp. nov., *Odyneropsis* sp. nov., *Xylocopa* sp. nov. y *Cephalotrigona* sp. nov. (Apidae). *Mexalictus eickworthi* (Halictidae) fue descrita por el autor en 1995, la publicación aceptada ese mismo año y actualmente está en prensa.

La familia mejor representada fue Halictidae con 77 especies en 13 géneros. Le sigue Apidae con 61 especies repartidas en 26 géneros. Las tres familias restantes suman el 22.47% del total de

especies, siendo Megachilidae la más pobre con cinco géneros y nueve especies. (figura 3, Apéndice 4).

El género más rico en especies fue *Lasioglossum* (s. l.) con 30, otros tres géneros (*Augochlora*, *Colletes* y *Andrena*) presentaron más de diez especies cada uno y siete géneros tuvieron entre cinco y nueve especies. Sumados, estos taxones representan el 22.4% de los géneros y concentran el 65.17% de las especies. Por otro lado, 26 géneros (53%) estuvieron representados por una sola especie (29.77%, Apéndice 3).

FIGURA 4. RIQUEZA MELITOFAUNÍSTICA DE TENANGO DE DORIA, HIDALGO.



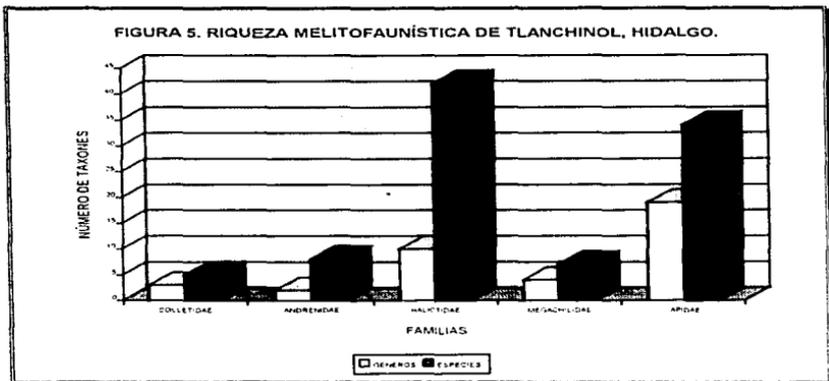
Tenango de Doria fue la localidad más rica en especies, pues se registraron 134 especies repartidas en 39 géneros (figura 4), mientras que en Tlanchinol (figura 5), se reportan 96 especies en 38 géneros (Apéndice 3 y 4).

Para Tenango de Doria, tanto el modelo de Clench como el de Soberón-Llorente predicen 190 especies en 4,600 persona/horas de recolecta, por lo que se habría registrado el 70.53% de la fauna (figura 6, Apéndice 2).

En Tlanchinol el primer modelo calculó 107 especies con 7,200 persona/horas y el segundo modelo 108 especies en 17,350 persona/horas, recolectándose, según los modelos, el 89.72 y 88.88% respectivamente de la melitofauna calculada (figura 7, Apéndice 2).

Al comparar la constitución de la melitofauna en las localidades de trabajo (figuras 4 y 5), observamos que las familias guardan la misma proporción entre ellas y son más ricas en Tenango de Doria, a excepción de Megachilidae que está mejor representada en Tlanchinol.

FIGURA 5. RIQUEZA MELITOFAUNÍSTICA DE TLANCHINOL, HIDALGO.



Tlanchinol no comparte con Tenango de Doria diez géneros que contienen once especies (*Anthidiellum* tiene dos especies). A diferencia de Tenango, sólo cinco géneros están representados por un individuo, el resto se registraron por cinco a 29 individuos (Apéndice 3).

A nivel específico, la fauna exclusiva de Tenango de Doria fue de 82 especies, mientras que en Tlanchinol fue de 44, las especies compartidas suman 52, por lo que el índice de similitud de Sorensen (Krebs, 1989), indica que las faunas tienen una similitud de 82 (figuras 8 y 9, Apéndice 4).

Once géneros con doce especies (*Peponapis* presenta dos especies) se recolectaron exclusivamente en Tenango de Doria (tres de Halictidae y siete de Apidae, Apéndice 3). Con excepción de *Anthophora* (dos individuos) y *Tetraloniella* y *Paranthidium* n. sp. (tres individuos cada uno) los demás taxones se registraron por un solo ejemplar.

Se amplía el área de distribución de los géneros *Crawfordapis* (Colletidae) e *Hypanthidioides* (Megachilidae), pues según Michener *et al.* (1994) estos géneros centroamericanos se habían registrado únicamente hasta el norte del estado de Chiapas.

Se citan por primera vez para México *Augochlora smaragdina* y *Colletes eulophi* registradas anteriormente sólo de Costa Rica a Panamá (Moure y Hurd, 1987). Se reportan por primera vez para una sola localidad (Tenango de Doria) seis especies de *Deltoptila* y se recolectó por primera vez la hembra de *D. pexata*.

FIGURA 6. CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES, TENANGO DE DORIA, HIDALGO.

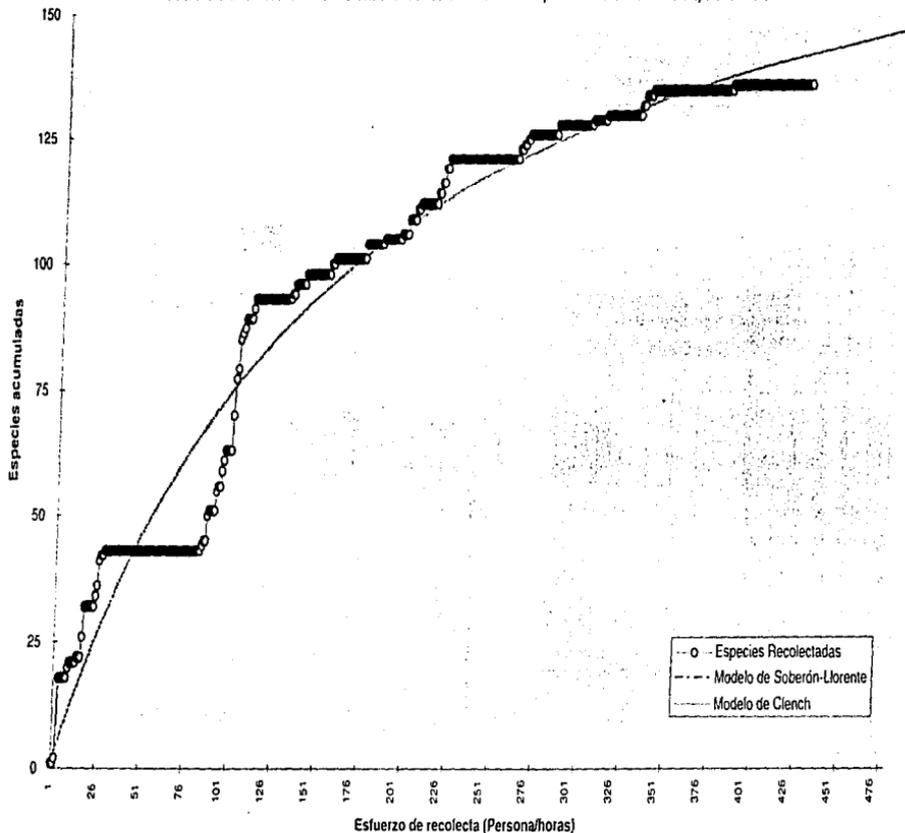


FIGURA 7. CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES, TLANCHINOL, HIDALGO.

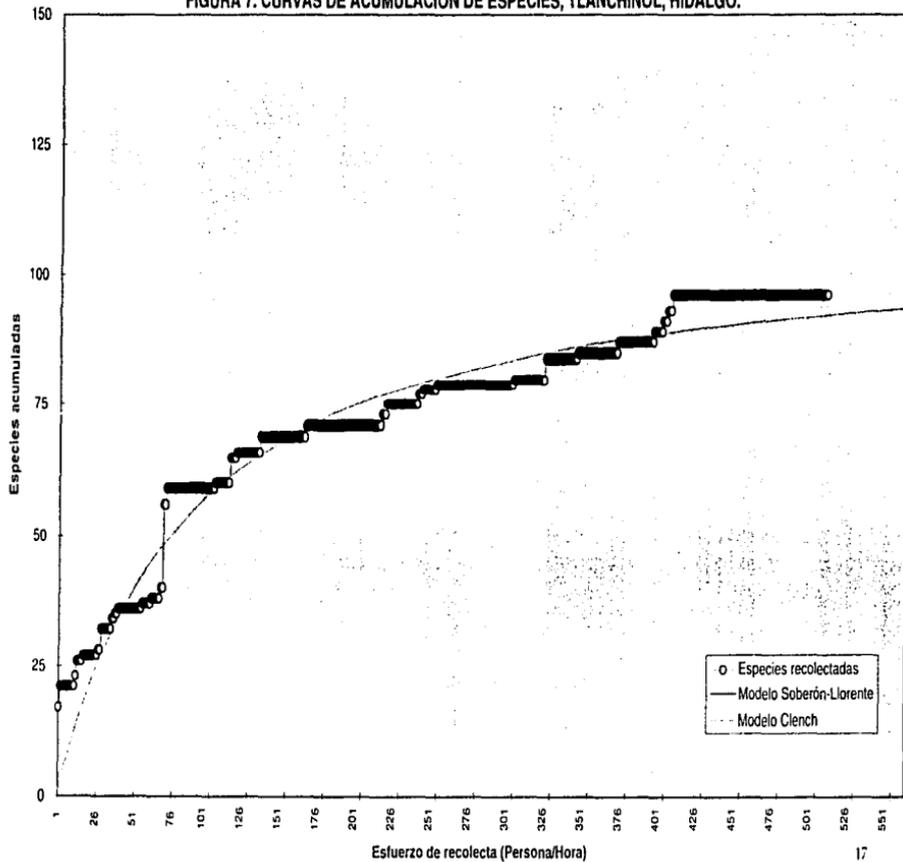


FIGURA 8.- MELITOFAUNA EXCLUSIVA DE TENANGO DE DORIA, HIDALGO.

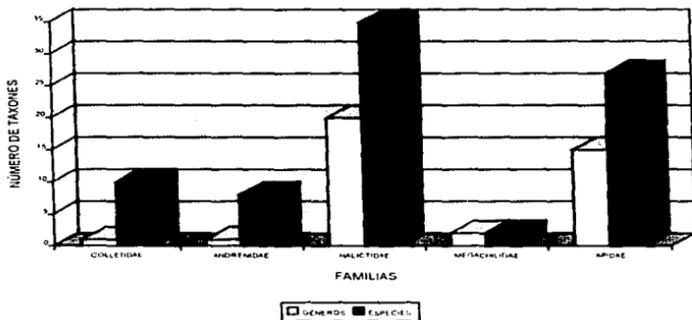
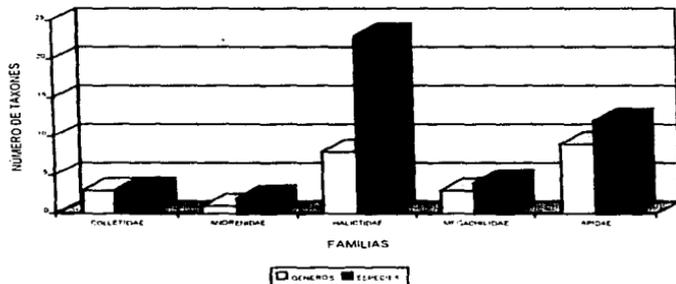
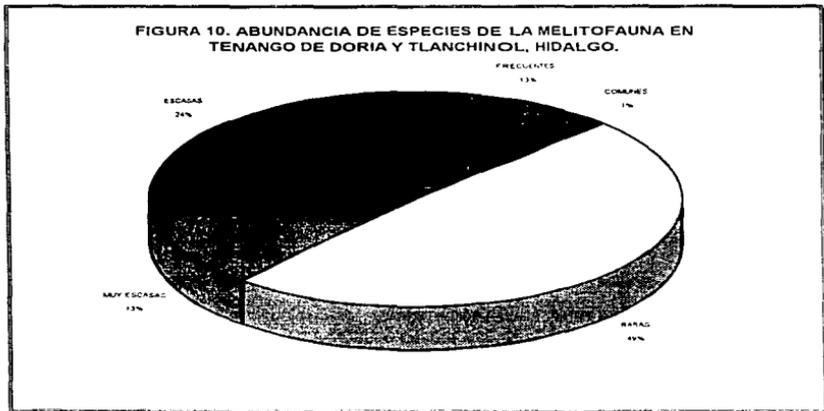


FIGURA 9.- MELITOFAUNA EXCLUSIVA DE TLANCHINOL, HIDALGO.



ABUNDANCIA DE ESPECIES Y FORMAS DE VIDA

De acuerdo a la propuesta que Luis y Llorente (1990) hacen para comunidades de mariposas, 87 especies (49%) fueron raras, 24 especies muy escasas (13%), 42 especies (24%) estuvieron en la categoría de escasas, 23 especies (13%) ocuparon el rango de frecuentes y solo dos especies fueron comunes (figura 10).

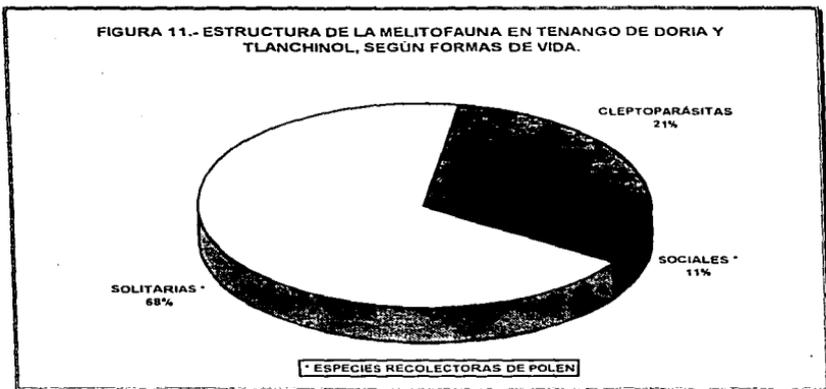


El 94% de las especies registradas son recolectoras de polen (167 especies) y el 6% son cleptoparásitas. De las primeras, 39 especies (22% del total) presentan algún grado de sociabilidad y el resto, 128 especies (72% del total) son solitarias. (Apéndice 3, figura 11).

En general, las especies que presentan cierto grado de sociabilidad fueron más abundantes que las estrictamente solitarias, debido al número de individuos que forman una colonia, esto se ve reflejado en los organismos recolectados de las familias Halictidae (*Lasiglossum*) y Apidae (*Ceratina*, *Bombus* y *Meliponini*).

Se debe destacar que los Apinae eusociales (*Bombus* spp., *Apis mellifera* y *Meliponini*) -cuyos individuos viven en las sociedades más complejas y numerosas dentro de los Apoidea- ocuparon la categoría de especies frecuentes, a excepción de *Bombus brachycephalus* y *Nannotrigona perilampoides* que fueron especies muy escasas.

FIGURA 11.- ESTRUCTURA DE LA MELITOFAUNA EN TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, SEGÚN FORMAS DE VIDA.



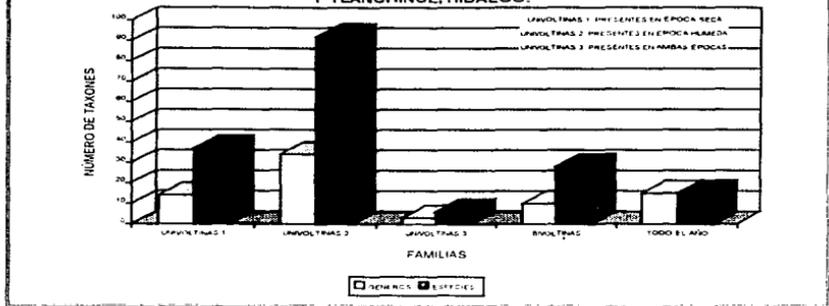
DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL. Se reconocen dos grupos de abejas de acuerdo con el horario en el que se registro su actividad: el primero corresponde a ocho especies cuya actividad inicia con el alba y continúan activas durante el resto del día: *Andrena* sp. 4, *Megachile zapoteca*, *Anthophora marginata*, *Deltoptila* spp., *Xylocopa tabaniformis* (solitarias), y *Bombus ephippiatus*, *B. diligens*, *B. medius* y *Apis mellifera* (sociales). La primera es más pequeña que *A. mellifera*, las dos siguientes de tamaño similar y el resto son mayores.

Las especies restantes inician su actividad horas después del amanecer, cuando la temperatura aumenta por la incidencia de los rayos solares y se interrumpe cuando se registra un descenso de aquella.

DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL. De acuerdo con el periodo de actividad (figura 12), se detectaron tres categorías de abejas: a) las especies univoltinas (135 especies, 75.41% del total) subdivididas en aquellas presentes únicamente en la "época seca" (37 especies en 14 géneros, 20.67%), las registradas solamente en la "época húmeda" (92 especies en 34 géneros, 51.40%) y las especies univoltinas recolectadas al final de una época y al principio de la siguiente (6 especies en 3 géneros, 3.35%). b) El segundo grupo son las especies bivoltinas que representan el 15.64% del total (28 especies en 10 géneros). Por último, las especies presentes todo el año fueron 15 en igual número de géneros, doce de las cuales son Apidae (diez con algún grado de sociabilidad), además de *Crawfordapis* sp. nov. (Colletidae), *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 8 y *Megachile schmidti*.

FIGURA 12. ESTACIONALIDAD DE LA MELITOFAUNA DE TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO.



Las figuras 13 y 14 nos muestran dos picos de riqueza durante el año, el menor en marzo (Tenango de Doria) y mayo (Tlanchinol) que correspondería a la "época seca" y el más rico en especies durante octubre (Tenango de Doria) y septiembre (Tlanchinol) que coincide con la época de mayor humedad, por lo que el patrón fenológico de los adultos está relacionado con el patrón de lluvias que a su vez corresponde con las cimas de floración que Luna y su equipo de botánicos observaron en estas localidades (Alcántara, com. pers.).

RELACIÓN CON LA FLORA

Se registraron 52 especies de plantas en 46 géneros de 22 familias que fueron visitadas por las abejas en ambas localidades y se enumeran en el Apéndice 2 (14 especies se comparten entre ambas localidades). El mayor número de especies de abejas (110, 61.79% del total) se registró en la familia Asteraceae, le siguen las Labiatae (46 especies, 25.84%), Rosaceae y las Tilliaceae con 21 especies cada una (11.79% respectivamente), Metastomataceae con 17 especies (9.55%), Cucurbitaceae (16 especies, 8.98%) y Leguminosae con 10 especies que representan el 5.61% del total. Se debe resaltar que el 96.66% de las abejas registradas sobre flores se recolectaron en las 32 especies de estas siete familias de plantas ya que sólo cinco especies no se registraron sobre ellas. El resto de las familias contaron con menos de diez abejas visitantes cada una (Apéndice 2).

Veintiocho especies de abejas no se registraron sobre flores, mientras que el número de taxones recolectados sobre estas guardan una relación inversa con el número de plantas que visitan, es decir, un porcentaje importante de abejas se registraron sobre una planta (67 especies, 37.64%) en tanto que el número disminuye gradualmente de forma tal que sólo dos especies de abejas se recolectaron sobre ocho especies de plantas y únicamente un taxón se registró en nueve (*LasioGLOSSUM (EvyllaEUS) sp. 14*, *LasioGLOSSUM (EvyllaEUS) sp. 1* en once, *Partamona bilineata* en doce y *Bombus ephippiatus* en 23 especies vegetales (Figura 15).

FIGURA 13. FENOLOGÍA DE LAS ABEJAS SILVESTRES DE TENANGO DE DORIA, HIDALGO.

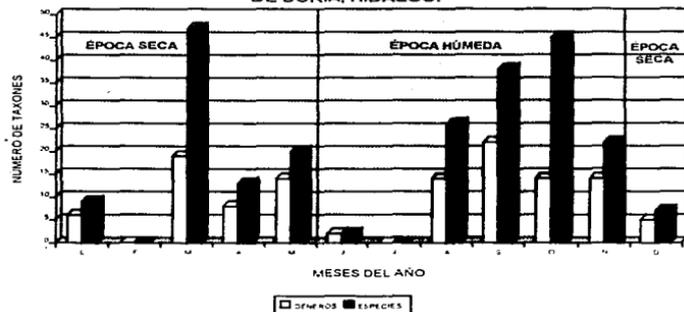
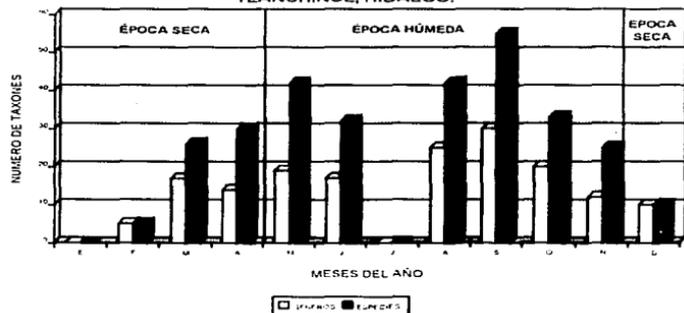
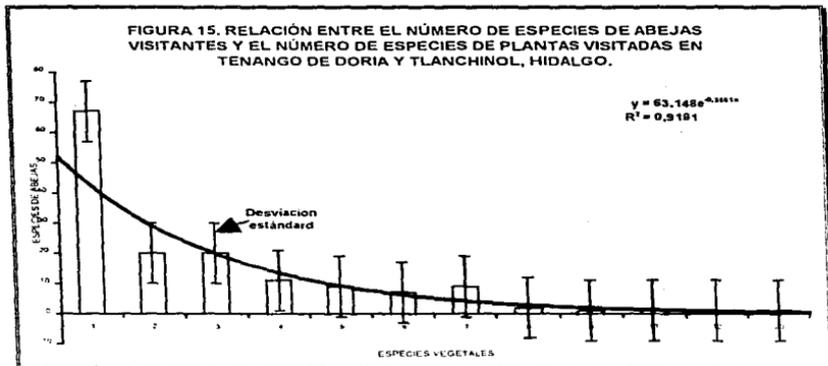


FIGURA 14. FENOLOGÍA DE LAS ABEJAS SILVESTRES DE TLANCHINOL, HIDALGO.





Sin incluir las abejas de las que se recolectó un sólo individuo, únicamente las hembras de cinco géneros no se registraron en alguna compuesta, así, *Thygater* (siete especies), *Deltoptila* (seis especies) y *Xylocopa* (cinco especies) se registraron en flores de corola profunda como Labiatae y Scrophulariaceae, *Paponaipis* (dos especies) en *Cucurbita pepo*, *Melitoma marginella* en *Ipomoea* spp. y *Anthidiellum hondurasicum* sobre *Styrax pilosus*. De esta forma, desde el punto de vista trófico, la melitofauna se puede dividir en dos grupos: el primero lo constituyen las especies generalistas representadas por casi el 90% de la fauna (160 especies), que se caracterizan por explotar los recursos que ofrecen diferentes grupos de plantas con morfología floral muy diversa. *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 1, *L. (Evylyaeus)* sp. 14 y las especies sociales como los Meliponini, *Apis mellifera* y *Bombus* spp. son los ejemplos más notables.

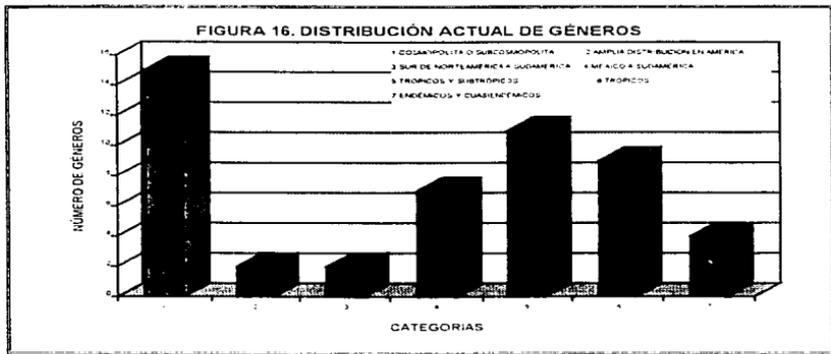
El segundo grupo lo forman las abejas especialistas (18 especies), que restringen la obtención de su alimento a algunas especies con flores cuya morfología floral es similar. Se reconocieron dos conjuntos dentro de éstas: *Colletes bombiformis*, *Heterosarus* n. sp. 2 y las especies número tres, siete y nueve de *Andrena* que restringieron su forrajeo a las diferentes asteráceas y cuyas flores de corola poco profunda corresponden bien con el aparato bucal corto de estas abejas. Por otro lado, *Deltoptila* spp. y *Thygater* spp. representan las abejas oligolecticas con el aparato bucal casi tan largo como la longitud de su cuerpo, que está en conformidad con las corolas profundas de las especies de labiadas sobre las que limitaron su forrajeo.

Los datos de la figura 15 se ajustan a una regresión exponencial (realizada con el método de mínimos cuadrados por puntos utilizando el modelo $y=ce^{bx}$, donde "c" y "b" son constantes y "e" es la base del logaritmo natural). La ecuación de la curva se indica en la misma figura.

Gráficamente, la curva indica un excelente ajuste pues cae dentro del rango de una desviación estándar de los grupos de datos (a excepción del número de especies de abejas que se registraron sobre una sola especie de planta), mientras que el valor de R^2 cercano a la unidad (0.9191), nos indica este mismo hecho.

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO

En un primer análisis de la distribución de la melitofauna, esta se dividió en siete categorías a nivel genérico (Apéndice 3), según su distribución actual y basándose en el análisis que Luna *et al.* (1994) hacen de la flora de Tlanchinol. De esta manera, la distribución actual de los generos de abejas corresponde notoriamente al de las familias de plantas, de acuerdo al análisis que aquellos autores hacen (figura 16). Los generos más numerosos fueron los cosmopolitas y subcosmopolitas y cuya distribución no esta limitada por la altitud, ejemplos de este grupo son *Colletes*, *Andrena*, *Lasloglossum*, *Megachile*, *Ceratina*, *Bombus* y *Apis*. Siguen los generos tropicales: *Augochlora*, *Pseudaugochloropsis*, *Habralictus*, *Hypanthioides*, *Odyneropsis*, *Exaerete*, *Thygater* y *Melittoma*, entre otros.



En segundo lugar están los generos americanos, divididos en cinco categorías. La mejor representada es la subtropical con *Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema*, la Tribu Meliponini (exceptuando *Cephalotrigona*), *Exomalopsis* y *Melissoptila*. En segundo lugar están los generos que se distribuyen de México a Sudamérica y cuya mayor riqueza de especies se da a bajas altitudes: *Caenaugochlora*, *Neocorynura*, *Caenohalictus*, *Cephalotrigona* y *Paratetrapedia*. Las especies conocidas en este grupo resultaron ser endémicas o cuasiendémicas, aunque la distribución de *Paratetrapedia albiges* se desconoce. En tercer lugar los generos endémicos y cuasiendémicos resultaron cuatro y de distribución montana: *Crawfordapis*, *Dinagapostemon*, *Mexalictus* y *Deltoptila*. Por último, los generos de amplia distribución en América (*Agapostemon* y *Peponapis*), y aquellos que van del sur de Norteamérica a Centroamérica (*Heterosarus* y *Paranthidium*), son los menos representados.

Con base en los trabajos de Vargas *et al.*, 1991 y Llorente y Escalante, 1992, se realizó un análisis de la distribución de la melitofauna con base en el sistema de islas submontanas que proponen estos autores. Se reconocieron tres patrones de distribución de especies, que se identificaron con los números que dichos autores proponen (Apéndice 3).

MELITOFAUNA DE HIDALGO

El patrón número I comprende 10 especies como las de *Thygater*, *Deltoptila*, *Peponapis* y *Xylocopa* (*Notoxylocopa*), cuyos representantes tienen amplia distribución montana.

El patrón mejor representado es el II con 20 especies. A este pertenecen géneros que poseen especies vicariantes al oeste y este del Istmo de Tehuantepec. Los ejemplos son *Crawfordapis*, *Mexalictus*, *Neocorynura* y *Paratetrapedia*, entre otros.

El patrón número III, comprende especies con distribución limitada por el Istmo de Tehuantepec y la Depresión del Río Balsas, ejemplos de éstos son *Lasioglossum aspasia*, *L. perscabrum*, *Caenaugochlora aequilans* y *Dinagapostemon sicheli*.

DISCUSIÓN

RIQUEZA, ABUNDANCIA DE ESPECIES Y FORMAS DE VIDA

Hasta 1996, según el trabajo de Ayala et al. (1996), en México se tenían registradas 1800 especies en 144 géneros, la mayoría de los desiertos nortños y del Altiplano Mexicano. Sin embargo, la melitofauna montana permanece prácticamente desconocida, pues este es el primer trabajo melitofaunístico que se realiza en el Bosque Mesófilo y el segundo en las montañas mexicanas, ya que el anterior de la Sierra del Tigre en Jalisco se realizó en Bosques de Pino y Encino y sus ecotonos (Estrada, 1992). Debido a esto, la melitofauna montana tradicionalmente se ha considerado pobre en especies cuando se compara con otras regiones. No obstante, dos hechos nos indican que esto puede no ser verdad. El primero es la notoria falta de estudios en la Sierra Madre Oriental, pues hasta antes de este trabajo (176 especies en dos localidades) sólo se habían registrado 40 especies para esta provincia fisiográfica provenientes de 34 localidades (Ayala et al. 1993).

El segundo hecho es el número de especies nuevas para la ciencia (nueve) y 68 especies más que no se encontraron en las colecciones consultadas y que son desconocidas para los especialistas hacen un total de casi el 40% de las especies totales indican que la idea de la melitofauna empobrecida en las zonas montañosas, particularmente en la Sierra Madre Oriental, puede ser una falsa imagen, producto de la falta de trabajos faunísticos en esta región.

El número de especies registrado y la abundancia de las mismas está, primeramente, en relación con la frecuencia de recolecta y con los métodos de recolecta utilizados. En Apoidea (excepto para Euglossini: Apidae), no se han implementado cebos y trampas para recolecta como es el caso de lepidópteros, escarabajos lamelicornios o ciertos grupos de dípteros, por mencionar algunos, de tal forma que el uso de la red aérea es el único medio para recolectar abejas. Así pues, el radio de acción y efectividad del colector está en relación directa con su movilidad, el largo del mango de la red, su habilidad y experiencia en la recolecta de abejas y el conocimiento ecológico y taxonómico del grupo. Por lo tanto, los datos de riqueza y abundancia de las especies, por ahora, se deben tomar con la debida reserva.

Ejemplo de esto puede ser el hecho de que ninguna de las especies ocupó la categoría de muy común, resultado de la recolecta selectiva de individuos (dado el carácter faunístico de este trabajo), que pertenecen a especies que son fáciles de reconocer en el campo, de amplia distribución y muy abundantes por ser sociales, en este caso, *Apis mellifera*, *Bombus ephippiatus*, *B. medius* y *Melipona beechellii*.

En segundo lugar, la riqueza melitofaunística reconocida y la abundancia de las especies está relacionada de manera inversa a la accesibilidad de los substratos en los que se pueden recolectar los ejemplares y estos a su vez están en correspondencia con la topografía de la región, la altura de los árboles, la estructura de la vegetación y el clima, entre muchos otros factores.

De esta manera, se hace evidente la necesidad de realizar más estudios melitofaunísticos intensivos y comparados a pesar de las carencias y dificultades que se enfrentan al estudiar las abejas silvestres en las zonas montañosas (y que se ha traducido en el abandono de este importante grupo de organismos), que permitan aumentar el conocimiento de las abejas nativas mexicanas y que sean la base para formar cuadros que desarrollen la melitología en el país.

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESTACIONAL

El factor ambiental que incide directamente en la eficiencia de recolecta de abejas es la temperatura. Pues se observó que a temperaturas bajas pocas especies permanecen activas. Siguiendo este criterio, podemos dividir a la fauna de abejas en dos grupos: El primero, al que pertenecen la mayoría de especies y cuyo umbral de actividad está por encima de los 20 °C son abejas (como las de lengua corta), con requerimientos modestos de energía (tamaño igual o inferior al de *Apis mellifera*, pero de forma de vida solitaria). La lluvia, el viento, la nubosidad y el frío restringen seriamente la actividad de estas abejas con pobres habilidades temporregulatorias (Linsley, 1958).

Al segundo grupo pertenecen las abejas que poseen gran tamaño (igual o mayor que *Apis mellifera*) y que presentan habilidad de temporregulación como lo ha demostrado Heinrich (1972, 1975, 1976). Pertenecen a este grupo las especies que son activas desde las primeras horas del día y que se mantienen así independientemente de las condiciones ambientales como *Bombus* spp., *Apis mellifera* y *Deltotilia* spp, entre otras. Sus patrones de forrajeo están determinados en parte por sus altos requerimientos energéticos (v. gr. tamaño y forma de vida social).

El número de especies de abejas activas durante el año está en relación directa con la fenología de floración, que a su vez está determinada en gran medida por el régimen de lluvias (Luis y Llorente, 1990, Luis et al., 1991, Vargas et al., 1991). Las condiciones ambientales favorables, así como la disponibilidad de alimento provocan los dos picos registrados durante el año (Wolda, 1988), al recolectar, durante esos periodos, las especies con mayor permanencia temporal (bivoltinas o activas todo el año) y las univoltinas cuya fase de imago es corta (Michener, 1954).

RELACIÓN CON LA FLORA

Existen adaptaciones morfológicas, fisiológicas, fenológicas y conductuales que han permitido a los Apoidea relacionarse tan íntimamente con las fanerógamas que actualmente la ausencia de algunas determinaría la rápida extinción de las otras. Así, los trabajos de repatriación de recursos y su explotación que involucran a estos dos grupos de organismos son clásicos entre los melitólogos (para referencias sobre el tema ver Eickwort y Ginsberg, 1980 y Hurd et al., 1980).

El actual desconocimiento de relaciones tróficas que impliquen coevolución entre plantas y abejas en las montañas húmedas, se debe a la falta de estudios en este tipo de biotopo y a lo arduo de la recolecta y observación de estos insectos en el dosel del bosque. No obstante, resultaría interesante comparar las condiciones históricas y ecológicas bajo las que se pudieran desarrollar las oligolectas en los bosques mesofílicos con la teoría que al respecto proponen Linsley y MacSwann (1957) y Michener (1979). Esta hipótesis indica que la marcada estacionalidad en las regiones áridas, donde los recursos se presentan de manera fluctuante a lo largo del año, se relaciona con la riqueza melitofaunística y el tipo de abejas que vuelan simultáneamente en una localidad. Esto produce que las relaciones planta-abeja se estrechen, generando la aparición de oligolectas para hacer más eficiente la explotación de los recursos alimenticios en la comunidad.

En este estudio, se desconoce el epíteto específico de las abejas de lengua corta presumiblemente oligolecticas y su distribución, de tal forma que por el momento no se puede profundizar más en su biología, aunque LaBerge, en su revisión de *Andrena*, reconoce varios taxones especialistas sobre asteráceas. Por otro lado, las especies de *Thygater* y *Deltotilia* (con el aparato bucal tan largo o más que su cuerpo) se registraron forrajeando únicamente en flores de *Salvia*, sin embargo, según LaBerge (1970) y Urban (1967), estas abejas están relacionadas con una amplia gama de flores de corola profunda a través de su área de distribución, por lo que no se consideran como grupos oligolecticos de *Salvia*. De esta forma, sólo se registraron tres especies oligolecticas: *Poponiapis azteca* y *P. smithi* en *Cucurbita pepo* y *Melittoma marginella* en *Ipomoea* spp. (Michener et al., 1994).

Por último, se debe mencionar que la marcada preferencia alimenticia de las abejas por las plantas de la familia de las compuestas, se puede explicar si se toma en cuenta la mayor riqueza y abundancia de las especies de esa familia y su distribución característica en parches (presente en las localidades estudiadas), así como su tipo de inflorescencia y la cantidad y calidad de los recursos florales ofrecidos a sus potenciales polinizadores.

El hecho de que los datos de la relación con la flora se ajusten a una regresión exponencial tan fielmente, nos sugiere que la obtención del alimento por las abejas en una comunidad no es azarosa, sino que sigue un patrón en el que la explotación de recursos florales se divide entre los componentes de la melitofauna, de tal manera que no todos los visitantes son generalistas y las plantas, a su vez, son visitadas por sólo algunas especies de abejas.

Este fenómeno, general entre polinizadores y fanerógamas, bajo la luz de los procesos coevolutivos que se han dado entre estos grupos de organismos a escala de tiempo geológico, explicaría la rápida especiación de los Apoidea en particular y el éxito evolutivo de las plantas con flores en general.

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO

Dada la cercanía, historia geológica y a encontrarse en la misma "isla" de Bosque mesófilo (*sensu* Llorente y Escalante 1992), se puede decir que las melitofaunas de Tenango de Doria y Tlanchinol son muy similares (hecho que apoya el valor del índice de similitud calculado), sin embargo, al analizar la composición melitofaunística de las localidades, encontramos que en Tlanchinol los elementos tropicales y subtropicales [*Crawfordapis*, *Heterosarus*, *Augochlora*, *Lasioglossum* (*Dialictus*), Anthidini, Euglossini y Meliponini] fueron más diversos, mientras que en Tenango de Doria los elementos mesoamericanos están mejor representados (*Colletes*, *Andrena*, *Ceratina*, Anthophorini, Eucerini, además de otros), y los elementos tropicales no son escasos, convirtiéndose a Tenango en la localidad más rica en especies (Apéndice 3). Estos hechos se deben posiblemente a la posición geográfica de ambos lugares, pues mientras que Tlanchinol está enclavado en pleno corazón de la Subprovincia del Carso Huasteco (Provincia de la Sierra Madre Oriental) y más cerca de la Planicie Costera del Golfo, la mitad de Tenango de Doria se encuentra en la Provincia del Eje Neovolcánico y la otra mitad pertenece al Carso Huasteco, provocando un interesante mosaico biótico que enriquece su melitofauna.

El análisis de los patrones de distribución y endemismo de la melitofauna, se realizó tomando en cuenta tres grupos de organismos como marcos de referencia (flora, mariposas y aves), debido a la total falta de trabajos melitofaunísticos en este biotopo. Estos indican la importancia de la altitud y condiciones ambientales prevalentes en las montañas húmedas en la distribución actual de los géneros de abejas por un lado y el papel preponderante que históricamente han jugado el Istmo de Tehuantepec y el Eje Volcánico Transversal en los procesos de especiación.

En primer lugar, la gran semejanza en la proporción de las categorías de la distribución actual de familias de plantas de Luna *et al.* (1989, 1994), y la distribución actual de los géneros de abejas en este estudio, señala las estrechas relaciones existentes entre estos insectos y las plantas con flores. La interdependencia mutua de estos patrones actuales de distribución puede ser un reflejo de la interdependencia ecológica de ambos grupos.

En segundo lugar, los resultados obtenidos del análisis con base en la teoría de islas submontañas que proponen Llorente y Escalante, son poco concluyentes, debido al pobre desarrollo de la taxonomía de la melitofauna de las montañas húmedas y a que se desconocen especies estenoeicas al Bosque Mesófilo de Montaña, como ocurre con las mariposas y con las aves. No obstante, se reconocieron los tres patrones de distribución, lo que sugiere que, a la luz nuestro actual conocimiento, las abejas montañas obedecen de la misma manera a los factores que limitan la distribución de aves y mariposas del Bosque Mesófilo de Montaña.

MELITOFAUNA DE HIDALGO

Por último y tomando en cuenta los resultados de estudios como la distribución y endemismo de las aves de bosque húmedo que Hernández realizó en 1992 y el de Peterson, et al. (1992) sobre variación genética del "saltón chayotero" y del "cerquero verde", se concibieron los patrones de distribución y endemismo de las especies para las cuales se cuenta con información.

Así, de acuerdo con Hernández (1992), se reconocen dos unidades biogeográficas: la ladera este de México, que incluye del sur de Tamaulipas al norte de Centroamérica y la del Eje Neovolcánico Transversal que Hernández incluye en la ladera oeste de México junto con el Istmo de Tehuantepec.

La primera presenta gran cantidad de grupos tropicales con un alto porcentaje de especies endémicas, aunque no necesariamente restringidas a las montañas húmedas. Al igual que con las aves, muchos taxones encuentran en el estado de Hidalgo el límite norte de su distribución. Así sucede con las especies de géneros como *Crawfordapis*, *Neocorynura*, *Dinagapostemon*, *Hypanthidioides*, *Thygater*, *Eufriesea*, *Eulaema* y *Exaerete*.

El Eje Neovolcánico incluye grupos de distribución mesoamericana con un fuerte componente de endémicos y cuasiendémicos como las especies del género *Deltoptila*, *Bombus*, *Lasiglossum* (s. s.) y *Peponapis*.

CONCLUSIONES

- 1) La riqueza de abejas en las localidades estudiadas es similar a la fauna encontrada en otros lugares del país, a pesar de las condiciones climáticas aparentemente adversas para este grupo de insectos, que prevalecen en los bosques mesófilos de montaña. Esto indica que, de implementarse métodos de recolecta más eficientes (v. gr. para las especies que forrajean en el dosel del bosque) en estudios futuros, la melitofauna montana conocida se vería, con toda seguridad, incrementada significativamente.
- 2) La distribución temporal se ve influida, en primer lugar, por la temperatura y en segundo término por la lluvia, viento y nubosidad. Al respecto se reconocen dos tipos de abejas: las especies que muestran cierta independencia del tiempo para mostrarse activas y aquellas que exhibieron subordinación a las condiciones climáticas para iniciar su actividad.
- 3) La distribución estacional de la apifauna está en estrecha relación con el patrón de lluvias, y por ende, con la fenología floral de la vegetación, que determina, a su vez, la cantidad de recursos tróficos explotables por las abejas.
- 4) Las especies que mostraron mayor número de plantas visitadas (especies generalistas), resultaron también las más abundantes y de mayor permanencia durante el año. En contraste, la mayoría de las especies se mostró fuertemente estacional y limitó los recursos explotados a menos de siete especies vegetales.
- 5) Se determinaron tres elementos principales, en cuanto a los patrones de distribución. En orden de riqueza fueron: el de montaña, el tropical y las especies de amplia distribución. Asimismo, estos patrones a nivel género de las abejas guardan una estrecha similitud con la que presentan las plantas a nivel familia. A nivel específico, se reconocen dos unidades biogeográficas: la Ladera Este de México y el Eje Neovolcánico Transversal.

RECONOCIMIENTOS

El autor agradece la beca para realizar estudios de postgrado otorgada por el CONACYT y el apoyo a través del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias del proyecto DGAPA (UNAM) IN-200394.

Son muchas las personas que de una u otra manera estuvieron involucradas en por lo menos alguna etapa de la realización de este trabajo. Espero que sus expectativas hayan sido cumplidas.

En primer lugar hago patente mi agradecimiento al Dr. Jorge E. Llorente Bousquets, por el apoyo, la disposición y el interés mostrados desde el planteamiento mismo del proyecto.

Al M. en C. Armando Luis Martínez por el soporte incondicional y siempre oportuno. Asimismo por sus atinados comentarios y observaciones.

Al Dr. Juan Manuel Labougle por aventurarse una vez más.

Agradezco de manera especial al Dr. Adrián Nieto Montes de Oca y a los M. en C. Enrique González Soriano, Adolfo Navarro Sigüenza y David Espinosa Organista, revisores de este trabajo, su interés y atinadas sugerencias.

Muy especialmente a la M. en C. Isolda Luna Vega por su constante apoyo e interés mostrado en este trabajo.

Mi más sincero reconocimiento a los Dres. George C. Eickwort (fínado recientemente) y C. D. Michener por su amistad brindada y las facilidades otorgadas durante las estancias que el autor hizo en Cornell y Kansas durante 1994.

Al Dr. Jerry Rozen y la Biól. Gaby Tannor por sus atenciones durante los días de trabajo en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York.

A los siguientes melitólogos que amablemente me apoyaron en el trabajo taxonómico:

Cornell University: Dr. George C. Eickwort. y Dr. Bryan N. Danforth.

University of Kansas: Dr. Charles D. Michener, Dr. Robert W. Brooks, Dr. Byron Alexander, Dr. Fernando Silveira.

American Museum of Natural History: Dr. Jerome G. Rozen Jr.

Smithsonian Institution: Dr. Ronald J. McGinley.

Smithsonian Tropical Research Institute: Dr. William T. Wcislo.

Bee Lab., United States Department of Agriculture, Logan, Utah: Dr. Terry Griswold.

Illinois Natural History Survey: Dr. Wallace LaBerge.

Los Angeles County Museum: Dr. Roy R. Snelling.

University of California, Berkeley: Dr. Howell V. Daly.

University of Toronto: Dr. Laurence Packer.

LUIS MANUEL GODÍNEZ

A Rocio López y José Luis Salinas por su invaluable ayuda en el campo.

Especialmente al Biól. Othón Alcántara, por su amistad, amena compañía durante el trabajo de campo y el fundamental soporte botánico.

Al personal y estudiantes del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", por su amistad y experiencia brindada.

A la Biól. Isabel Vargas, por ser mi enlace electrónico durante los días en Estados Unidos de América y su sincera amistad.

Muy especialmente a la Dra. Gabriela Chavarría por su constante apoyo.

A los pobladores de Tenango de Doria y Tlanchinol, fuentes incógnitas de conocimiento ancestral.

LITERATURA CITADA

- Alcántara, O. 1996. Estudio florístico y Biogeografía del bosque mesófilo de montaña del Municipio de Tenango de Doria, Hgo., México. *Tesis Profesional*. Facultad de Ciencias, UNAM, México, 85 pp.
- Ayala, R. 1988. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomol. Mex.*, 77:395-493.
- Ayala, R. 1992. *Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae)*. Tesis Maestría. U.N.A.M., México, 74 pp.
- Ayala, R., T. Griswold & S. H. Bullock. 1993. The native bees of México. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of México: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York, 179-227 p.
- Ayala, R., T. Griswold & D. Yanega. 1996. Apoidea (Hymenoptera). In: Llorente, J., A. Garcia y 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 Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, 423-464 p.
- Ayala, W. Sin año, a. *Datos de Temperatura de Hidalgo y Jalisco*. Instituto de Geografía, UNAM.
- Ayala, W. Sin año, b. *Datos de Precipitación de Guanajuato, Guerrero e Hidalgo*. Instituto de Geografía, UNAM.
- Balcázar, M. A. 1988. *Fauna de mariposas de Pedernales, Municipio de Tacámbaro, Michoacán (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea)*. Tesis Profesional, U.M.S.N.H., 89 pp.
- Beutelspacher, C. R. 1980. *Mariposas diurnas del Valle de México*. Ed. Científicas L. P. M., 134 pp.+33 láminas.
- Beutelspacher, C. R. 1981. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México I. Rhopalocera. *An. Inst. Biol. U.N.A.M., México.*, 51 ser. *Zoología.*, 1:395-398.
- Borror, D. J., D. M. DeLong & C. A. Triplehorn. 1976. *An Introduction to the study of insects*. Holt, Rinehart and Winston, New York, 852 pp.
- Brooks, R. W. 1983. Systematics and bionomics of *Anthophora*: The Bomboidea group and species groups of the New World. *Univ. Calif. Publ. Ent.*, 98:1-86.
- Brooks, R. W. 1988. Systematics and phylogeny of the anthophorine bees (Hymenoptera: Anthophoridae: Anthophorini). *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 53:436-575.
- CETENAL. 1970. Carta de climas, Pachuca 14Q-(IV), 1:500 000.
- Clench, H. K. 1979. How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *Jour. Lep. Soc.*, 33(4):215-231.
- Cockerell, D. T. A. 1896. Description of new bees collected by Prof. C. H. Townsend in the S. Vera. *Am. Mag. Nat. Hist.*, 18(6):282-295.

- Cockerell, D. T. A. 1899. *Catálogo de las abejas de México*. Biblioteca Agrícola de la Secretaría de Fomento de México, México, 20 pp.
- Cockerell, D. T. A. 1917. New social bees. *Psyche*, 120-129 pp.
- Cockerell, D. T. A. 1949. Bees from Central America, principally Honduras. *Proc. United States Nat. Mus.*, 98(32):429-490.
- Cresson, E. T. 1864. Description of several new species of North American Apidae. *Proc. Ent. Soc. Philadelphia*, 3:38-43.
- Cresson, E. T. 1868. Catalog of collection of Hymenoptera made by Prof. F. Sumichrast near Cordoba, México, Part I. *Trans. Amer. Ent. Soc.*, 2:1-38.
- Cresson, E. T. 1878. Descriptions of new american Hymenoptera of the American Entomol. Society. *Trans. Amer. Ent. Soc.*, 7:61-163.
- Darlington, P. J. Jr. 1957. *Zoogeography; the geographic distribution of animals*. Wiley and Sons, New York, i-xii+675 pp.
- De la Maza, J. E. y R. E. de la Maza. 1985. La fauna de mariposas de Boca de Chajul, Chiapas, México, (Rhopalocera). Parte I. *Rev. Soc. Mex. Lep.*, 9(2):23-44.
- De la Maza, 1987. *Mariposas Mexicanas*. Fondo de Cultura Económica, México, 302 pp.
- Dressler, R. L. 1982. Biology of the orchid bees (Euglossini). *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 13:373-394.
- Eickwort, G. C. 1969. A comparative morphological study and generic revision of the augochlone bees. *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 48:325-524.
- Eickwort, G. C. 1978. *Mexalictus*, a new genus of sweat bees from North America (Hymenoptera: Halictidae, Halictinae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 51(4):567-580.
- Eickwort, G. C. & H. S. Ginsberg. 1980. Foraging and mating behavior in Apoidea. *Ann. Rev. Entomol.* 25:421-446.
- Estrada, C. M. 1992. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de la Sierra del Tigre, Jalisco. *Tesis Profesional*. U. de G., 90 pp.
- Ferrusquia-Villafranca, I. 1993. Geology of Mexico: A synopsis. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of México: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York, 3-107 p.
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. CONABIO-UNAM, México, 441 pp.
- Free, J. B. 1970. *Insect Pollination of Crops*. Academic Press, N. Y., 544 pp.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, U.N.A.M., 246 pp.
- Godínez, L. M. 1991. Algunos aspectos de la fenología de las abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de San Gregorio, Guanajuato. *Tesis Profesional*. U.N.A.M., 50 pp.

MELITOFAUNA DE HIDALGO

- Graham, A. 1973. History of the arborescent temperate element in the northern Latin America biota. In: Graham, A. (Ed.) *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Elsevier Publishing Co. Amsterdam, 301-314 p.
- Graham, A. 1975. Late Cenozoic evolution of tropical lowland vegetation in Veracruz, Mexico. *Evolution*, 29:723-735.
- Guzmán E. J. y Z. De Cserna. 1963. Tectonic history of Mexico. In: Childs, O. E. & B. W. Beebe (Eds.). *The backbone of the Americas-Tectonic History from Pole to Pole. Symp. Mem. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 2:113-129.
- Halffter, G. 1964. La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Entomol. Mex.*, 6:1-108.
- Halffter, G. 1976. Distribución de los insectos en la zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomol. Mex.*, 35:1-64.
- Halffter, G. 1978. Un nuevo patrón de dispersión en la Zona de Transición Mexicana: el Mesoamericano de Montaña. 39-40:219-226.
- Halffter, G. 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Centroamerica. *Ann. Rev. Ent.*, 32:95-114.
- Hernández, B. E. 1992. Patrones de distribución, diversidad y endemismo de las aves del bosque humeado de montaña de Mesoamérica. *Tesis Maestría*. Facultad de Ciencias, UNAM, 55 pp.
- Heinrich, B. 1972. Energetics of temperature regulation and foraging in a bumble bee, *Bombus terricola* Kirby. *J. Comp. Physiol.* 77:49-65.
- Heinrich, B. 1975. Thermoregulation in bumble bees. II. Energetics of wann-up and free flight. *J. Comp. Physiol.* 96:155-166.
- Heinrich, B. 1976. Heat exchange in regulation to blood flow between thorax and abdomen in bumblebees. *J. Exp. Biol.* 64:561-585.
- Hurd, P. D. Jr. 1978. *An annotated catalog of the carpenter bees (genus Xylocopa Latreille) of the Western Hemisphere*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., 106 pp.
- Hurd, P. D. Jr. & E. G. Linsley. 1964. The squash and gourds bees genera *Peponapis* Robertson and *Xenoglossa* Smith inhabiting America North of Mexico. *Hilgardia*, 35:373-477.
- Hurd, P. D. Jr. & E. G. Linsley. 1966. The Mexican squash and gourd bees of the genus *Peponapis*. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 59:835-851.
- Hurd, P. D. Jr., W. E. LaBerge & E. G. Linsley. 1980. Principal sunflower bees of North America with emphasis on the Southwestern United States (Hymenoptera: Apoidea). *Smithson. Contrib. Zool.* 310:1-158.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1992. *Síntesis geográfica del Estado de Hidalgo*. INEGI, Aguascalientes, México, 141 p.
- Instituto de Geografía, UNAM. 1977. Precipitación y probabilidad de lluvias de Querétaro e Hidalgo.
- Kimsey, L. S. 1978. An illustrated key of the genus *Exaerete* with descriptions of male genitalia and biology (Hymenoptera: Eulogossini, Apidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 52:735-746.

LUIS MANUEL GODINEZ

- Kimsey, L. S. 1982. Systematics of the bees of the genus *Eufriesea*. *Univ. Calif. Publ. Entomol.*, 95:1-125.
- Kimsey, L. S. 1987. Genetic relationships within the Euglossinae (Hymenoptera: Apidae). *Syst. Entomol.*, 12(1):63-73.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, N. Y., 294-297.
- LaBerge, W. E. 1956. A revision of the bees of the genus *Melissodes* in North and Central America. Part I. *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 38:378-533.
- LaBerge, W. E. 1957. The genera of bees of the tribe Eucerini in North and Central America. *Amer. Mus. Novitates*, 1837:1-44.
- LaBerge, W. E. 1958. Notes on the North and Central America bees of the genus *Svastra* Holmberg. *J. Kansas Entomol. Soc.*, 31:266-273.
- LaBerge, W. E. 1970. A new genus with three new species of eucerine bees from Mexico. *J. Kansas Entomol. Soc.*, 43:321-328.
- LaBerge, W. E. 1986. A revision of the bees of the genus *Andrena* of the Western Hemisphere. Part XI. Minor subgenera and subgeneric key. *Trans. American. Ent. Soc.*, 111:441-567.
- LaBerge, W. E. & C. D. Michener. 1963. *Deltoptila*, a middle american genus of anthophorine bees. *Bul. Univ. Nebraska State Museum.*, 4:211-225.
- Laboughe, J. M. 1990. *Bombus* of México and Central America (Hymenoptera: Apidae). *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 54:35-73.
- Lamas, G., R. K. Robbins & D. J. Harvey. 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Perú, with an estimate of its species richness. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM.*, Serie zoología (A) 40:1-19.
- 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 southwestern United States. *J. Kans. Entomol. Soc.* 51:531:546.
- Linsley, E. G. & J. W. McSwain. 1957. The nesting habits, flower relationships, and parasites of some North American species of *Diadasia*. *Wasmann J. Biol.* 15:199-235.
- Linsley, E. G., J. W. McSwain & R. F. Smith. 1952. Outline for ecological life histories of solitary and semi-social bees. *Ecology*, 33(44):558-567.
- Llorente, J., A. Garcés y A. Luis. 1986. Las mariposas de Jalapa-Teocelo, Veracruz. *Teocelo*, 4:14-37.
- Llorente, J. y P. Escalante. 1992. Insular Biogeography of Submontane humid forest in México. *Ir: S. P. Darwin y A. L. Weiden* (eds.). *Biogeography of Mesoamerica*. Tulane Studies in Zool. & Bot., Suppl. 1, Tulane Univ., New Orleans, 139-146 p.
- Llorente, J., A. Luis, I. Vargas y J. Soberón. 1993. Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y conservación en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp.* (XLIV):313-324.

MELITOFAUNA DE HIDALGO

- Luis, A. y J. Llorente. 1990. Mariposas en el Valle de México: Introducción e historia I. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la Cañada de los Dinamos, Magdalena Contreras, D. F., México. *Folia Entomol. Mex.* 78:95-198.
- Luis, A., Vargas, I. y J. Llorente. 1991. Lepidopterofauna de Oaxaca I: Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la sierra de Juárez. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*. 3:i-iii+120 pp.
- Luna I., L. Almeida y J. Llorente. 1989. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilan, estados de Morelos y México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autónom. México, Ser. Bot.* 59(1):63-87.
- Luna I., S. Ocegueda y O. Alcántara. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autónom. México, Ser. Bot.* 65(1):31-62.
- Martin, E. C. 1980. *Beekeeping in the United States*. U.S.D.A., Agriculture Handbook N° 335, U.S.A., 208 pp.
- McGinley, R. J. 1986. Studies of Halictinae I: Revision of New World *Lasioglossum*. *Smithsonian Contribution in Zoology*, 429:i-vi+1-294.
- McGregor, S. E. 1976. *Insect Pollination of Cultivated Crop Plants*. U.S.D.A., Agriculture Handbook N° 496, U.S.A., 411 pp.
- Michener, C. D. 1944. Comparative External Morphology, Phylogeny and a Classification of the bees. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 82:151-326.
- Michener, C. D. 1954. Bees of Panamá. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 104:1-176.
- Michener, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 66:277-347.
- Michener, C. D. 1965. A Classification of the bees of the Australian and South Pacific regions. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 130:1-362.
- Michener, C. D. 1990. Classification of the Apidae. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 54:75-164.
- Michener, C. D., R. J. McGinley & B. N. Danforth. 1994. *The Bee genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea)*. Smithsonian Institution Press, Washington & London, 209 pp.
- Morán, J. D. 1984. Breve revisión de la evolución tectónica de México. *Geof. Int.* 25(1):9-38.
- Morón, M. A. 1979. Fauna de coleópteros lamelícornios de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, U.N.A.M., México. *An. Inst. Biol. U.N.A.M., México*, 50 ser. Zoología., 1:375-454.
- Morón, M. A. 1980. Los coleópteros lamelícornios de la Sierra de Hidalgo. *Folia Entomol. Mex.*, 43:38-39.
- Morón, M. A., J. Vittalobos y C. Deloya. 1985. Fauna de coleópteros lamelícornios de Boca del Chajul, Chiapas, México. *Folia Entomol. Mex.*, 66:57-118.
- Moure, J. S. & P. D. Hurd, Jr. 1987. *An annotated catalog of halictid bees of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Apoidea)*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., 405 pp.

- Navarro, A. y Llorente, J. 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.
- Ordway, E. 1966. Systematics of the genus *Augochlorella* north of Mexico. *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 46:509-624.
- Packer, L. 1993. Two distinctive new species of halictine bees from high altitude in the New World tropics. *Can. J. Zool.*, 71:1653-1662.
- Peterson, A. T., P. Escalante y A. Navarro. 1992. Genetic variation and differentiation in mexican populations of common bush-tanagers and chestnut-caped brush-finches. *The Condor*, 94:244-253.
- Proctor, M. & P. Yeo. 1979. *The Pollination of Flowers*. Collins, London, 419 pp.
- Raguso, R. A. & J. Llorente-Bousquets. 1991. The butterflies (Lepidoptera) of the Tuxtlas Mts., Veracruz, México, revisited: Species-richness an habitat disturbance. *J. Res. Lep.* 29(1-2):105-133.
- Raven, P. H. y Axelrod. 1972. Plate tectonics and australasian paleobiogeography. *Science*, 176:1379-1386.
- Raven, P. H. y Axelrod. 1974. *Angiosperm biogeography and past continental movements*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 61:539-673.
- Roberts, R. B. 1972. Revision of the bee genus *Agapostemon*. *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 49:437-590.
- Roberts, R. B. & R. W. Brooks. 1987. Agapostemonine bees of Mesoamérica (Hymenoptera: Halictidae). *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 53(7):357-392.
- Roig-Alsina, A. y C. D. Michener. 1993. No.4. Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). *Univ. Kansas Sci. Bull.* 55(4 & 5):123-160.
- Roubik, D., R. Villanueva, E. F. Cabrera y W. Colli. 1991. Abejas nativas de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. In: Navarro, L. D. y J. G. Robinson (eds.), *Diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO, Chetumal, Quintana Roo, México. 317-320.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14:3-21.
- Schwarz, H. F. 1949. The stingless bees (Meliponidae) of Mexico. *An. Inst. Biol. Mex.*, 20:357-370.
- Shanks, S. S. 1986. A revision of the neotropical bee genus *Osiris*. *Wasmann Journal of Biology*, 44:1-56.
- Snelling, R. R. 1966. The taxonomy and nomenclature of some North American bees of the genus *Centris* with descriptions of new species. *Contributions in Science, Los Angeles County Museum of Natural History*. 112:1-33.
- Snelling, R. R. 1974. Notes on the distribution and taxonomy of some North American *Centris*. *Contributions in Science, Los Angeles County Museum of Natural History*. 259:1-41.

- Snelling, R. R. 1984. Studies on the taxonomy and distribution of American centridine bees. *Contributions in Science, Los Angeles County Museum of Natural History*. 347:1-69.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*. 7:480-488.
- Stephen, W. P., G. E. Bohart & P. F. Torchio. 1969. *The biology and external morphology of bees, with a synopsis of the genera of Northwestern America*. Corvallis: Agricultural Experimental Station, Oregon State University, 140 pp.
- Takhtajan, A. 1969. *Flowering plants, origin and dispersal*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., 310 pp.
- Timberlake, P. H. 1954. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith with special reference to the fauna of the Pacific Coast. Part I. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 9:345-432.
- Timberlake, P. H. 1956. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith with special reference to the fauna of the Pacific Coast. Part II. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 11:247-305.
- Timberlake, P. H. 1958. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith with special reference to the fauna of the Pacific Coast. Part III. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 14:303-410.
- Timberlake, P. H. 1960. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith with special reference to the fauna of the Pacific Coast. Part IV. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 17:1-156.
- Timberlake, P. H. 1962. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith with special reference to the fauna of the Pacific Coast. Part V. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 28:1-124.
- Timberlake, P. H. 1964. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith with special reference to the fauna of the Pacific Coast. Part VI. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 28:125-388.
- Timberlake, P. H. 1968. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith with special reference to the fauna of the Pacific Coast. Part VII. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 49:1-196.
- Timberlake, P. H. 1971. Supplementary studies on the systematics of the genus *Perdita*. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 66:1-63.
- Timberlake, P. H. 1980. Review of North American *Exomalopsis*. *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 86:1-158.
- Urban, D. 1967. As especies do genero *Thygate* Holmberg, 1884. *Boletim da Universidade Federal do Parana (Zool.)*. 2(12):177-307.
- Vargas, I., J. Llorente y A. Luis. 1991. Lepidoptero fauna de Guerrero I: Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Atoyac. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*. 2:i-ii+129 pp.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: Why?. *Ann. Rev. Ecol. Sys.* 19:118.

APÉNDICE 1²

ESPECIES VEGETALES³ VISITADAS POR LAS ABEJAS EN TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO.

CLETHRACEAE

- 1 *Clethra mexicana* A. DC.

^m Especies Visitantes

- 1(1) *Cerana* sp 2.

COMPOSITAE

- 1 *Aldama dentata* La Llave

- 15 (38) *Andrena* sp 1, A sp 2, A sp 8, A sp 9, *Agapostemon* sp 2, *Augochlora* sp 3, A sp 9, A sp 17, *Augochloropus* sp 1, A sp 7, *Bombus ephippatus*, *Caenogauchlora* sp 2, C sp 3, C sp 4, C sp 6, *Cephalotrigona* n. sp., *Cerana* sp 2, C sp 3, C sp 4, *Colletes* sp 1, C sp 15, *Eromolopsis tepaneca*, *Habrocterus* sp 1, *Lasoglossum* (*Diactis*) *aspasia*, L. (D) sp 1, L. (D) sp 2, L. (D) sp 4, L. (D) sp 8, L. (*Evytaeus*) sp 1, L. (E) sp 7, L. (E) sp 11, L. (E) sp 14, L. (L) costale, L. (L) *mantouekum*, *Paranthidium* n. sp., *Partamona béneata*, *Sphex* sp 1, S sp 2

- 3 *Bidens odorata* Cav.

- 22 (55) *Andrena* sp 3, A sp 6, A sp 7, A sp 8, A sp 9, A sp 11, *Agapostemon nasutus*, *Anthophora marginata*, *Augochlora aurifera*, A. *smaragdina*, A. sp 1, A sp 3, A sp 8, *Augochloropus* sp 6, *Bombus* *delgardi*, B. *medus*, *Caenogauchlora aequilans*, C sp 2, C sp 3, C sp 6, *Cerana* sp 1, C sp 2, C sp 5, C sp 8, *Colletes* sp 3, C sp 5, *Eromolopsis tepaneca*, E. *villipes*, *Heterosarus* *rusini*, H. *stipiticiventris*, H. *neomexicanus*, H. n. sp. 1, H. n. sp. 2, *Lasoglossum* (*Diactis*) *aspasia*, L. (D) sp 1, L. (D) sp 2, L. (D) sp 4, L. (D) sp 7, L. (D) sp 12, L. (D) sp 18, L. (*Evytaeus*) sp 3, L. (E) sp 6, L. (L) costale, *Megachile schimmi*, M. sp 4, *Mesoplas* sp 1, M. sp 2, *Nannotrigona perlamprodes*, *Neocorynura* sp 4, *Normaea* sp 2, *Parastropoda edipes*, *Partamona béneata*, *Plebeia montana*, *Scaptotrigona mexicana*, *Sphex* sp 3

- 3 *Calea integrifolia* (D.C.) Hemsl

- 11 (21) *Andrena* sp 2, A sp 7, *Augochlora* sp 1, A sp 9, *Bombus ephippatus*, *Caenogauchlora* sp 1, C sp 2, *Cephalotrigona* n. sp., *Cerana* sp 3, C sp 4, *Colletes* sp 1, *Habrocterus* sp 1, *Heterosarus neomexicanus*, *Lasoglossum* (*Diactis*) *aspasia*, L. (D) sp 4, L. (*Evytaeus*) sp 1, L. (E) sp 14, L. (L) costale, L. (L) *crocotulum*, L. (L) *mantouekum*, *Partamona béneata*

- 3 *Clidadium arboreum* Donn. Sm.

- 7 (7) *Agapostemon nasutus*, *Augochlora* sp 3, *Andrena* sp 3, *Eromolopsis vilipes*, *Heterosarus* sp 1, *Lasoglossum* (*Evytaeus*) sp 4, *Tetralonia* sp 1

- 3 *Erigeron karwinskianus* DC.

- 5 (9) *Augochlora normata*, *Bombus ephippatus*, *Cerana* sp 1, C sp 2, C sp 3, *Heterosarus neomexicanus*, *Lasoglossum* (*Diactis*) sp 1, L. (D) sp 12, L. (*Evytaeus*) sp 6

² Los números indican las localidades de recolecta para cada planta

- 1 Tenango de Doria
2 Tlanchinol.
3 Ambas localidades.

³ La lista está ordenada de acuerdo al sistema propuesto por Engler y Diels (1936). Los autores de las especies se abreviaron de acuerdo con Brummitt y Powell (1992)

* GÉNEROS (ESPECIES) totales de abejas visitantes de cada especie de planta

MELITOFFAUNA DE HIDALGO

- 3 *Eupatorium ligustrinum* DC. 6(7) *Habroaktus* sp 1, *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp 1 L (D) sp 15, *Nannotrigona perampodes*, *Partamona beneata*, *Plebea frontalis*, *Scaptotrigona mexicana*
- 1 *Eupatorium pazcuarensis* Kunth 4(4) *Augochlora* sp 1, *Bombus ephippatus*, *Cephalotrigona* n sp., *Ceratina* sp 1
- 1 *Montanoa mollissima* Brong. ex Groenl. 7(12) *Andrena* sp 9 A sp 10, *Augochloropsis* sp 2, *Cephalotrigona* n sp., *Ceratina* sp 7, C sp 9, *Detoplia ekepaia*, *Lasoglossum* (*Diaktus*) *aspasia*, L. (D) sp 1 L (L) costata, L. (L) *mantouelium*, *Partamona beneata*
- 2 *Polymnia maculata* Cav. 8(8) *Bombus medus*, *Ceratina* sp 9, *Dinagapostemon schm*, *Euglossa vixasma*, *Hypanthodes aureocinctus*, *Lasoglossum* (*Evyfaeus*) sp 6, *Neocorynura* sp 6, *Scaptotrigona mexicana*
- 2 *Roldana angulifolia* (DC.) H. Rob et Brettell 2(2) *Andrena* sp 1, *Bombus ephippatus*
- 1 *Rumfordia media* Blake 7(11) *Andrena* sp 7 A sp 8, A sp 9, *Bombus medus*, *Caenaugochlora* sp 2, *Ceratina* sp 7, *Colletes bombyiformis*, *C compactus*, *Heterosarus* n sp 1, H n sp 2, *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp 2
- 1 *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers. 8(17) *Andrena* sp 3 A sp 4, A sp 8, A sp 9, A sp 10, A sp 11, *Augochlora* sp 9, *Bombus brachycephalus*, *B diligens*, *B medus*, *Caenaugochlora* sp 5, *Colletes bombyiformis*, *Heterosarus* n sp 2, *Lasoglossum* (*Evyfaeus*) sp 14, L (L) costata, L (L) *mantouelium*, *Partamona beneata*
- 3 *Vernonia deppeana* Less. 15(34) *Agapostemon nasutus*, *Augochlora* sp 1 A sp 2 A sp 3 A sp 5 A sp 11 A sp 12, A sp 16, *Augochloropsis* sp 1, *Bombus medus*, *Caenaugochlora* sp 1 C sp 2 C sp 5, *Cephalotrigona* n sp., *Ceratina* sp 1, C sp 2, C sp 3, C sp 8, *Ekomalpus tepaneca*, *Habroaktus* sp 1, *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp 1 L (D) sp 2 L (D) sp 5 L (D) sp 6 L (D) sp 8 L (Evyfaeus) sp 13, *Megachile schmidt*, *Neocorynura discolor*, N sp 4 N sp 6, *Nomada* sp 3, N sp 4, *Partamona beneata*, *Scaptotrigona mexicana*
- 1 *Vernonia leiobleana* Schldl. 7(10) *Andrena* sp 3 A sp 9, A sp 10, *Bombus ephippatus*, *Ceratina* sp 4, *Cephalotrigona* n sp., *Colletes bombyiformis*, *C euphr*, *Habroaktus* sp 1, *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp 1
- 1 *Viguiera lactibracteata* (Hemsl.) Blake 1(1) *Bombus ephippatus*
- CONVOLVULACEAE**
- 1 *Ipomoea purga* (Wender) Hayne 2(3) *Detoplia badia*, *D montezuma*, *Melittoma marginata*
- 2 *Ipomoea purpurea* (L.) Roth 1(1) *Melittoma marginata*
- CUCURBITACEAE**
- 1 *Cucurbita pepo* L. 3(4) *Detoplia aurentilobaudata*, *Peponapis azteca*, *P smithi*, *Thygater* sp 5
- 3 *Melothina pendula* L. 9(12) *Augochlora auctera*, *Heterosarus neomexicanus*, *Ceratina* sp 1, C sp 5 C sp 8, *Colletes* sp 5, *Habroaktus* sp 1, *Dinagapostemon schm*, *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp 2 L (Evyfaeus) sp 5, *Partamona beneata*, *Plebea frontalis*
- ERICACEAE**
- 1 *Leucocoe acuminata* (Ait.) G Don 1(1) *Bombus ephippatus*
- LABIATAE**
- 3 *Hyplis mutabilis* Bnq 1(1) *Bombus ephippatus*
- 1 *Lepechinia caulescens* (Ort.) Epl. 8(12) *Augochloropsis* sp 3, *Bombus ephippatus*, *Detoplia aurentilobaudata*, *D badia*, *D montezuma*, *D perata*, *Heterosarus neomexicanus*, *Nomada aztecorum*, *Thygater* sp 1, T sp 2, T sp 3 T sp 5

LUIS MANUEL GODÍNEZ

- 1 *Ocimum sellowii* Benth. 11(12) *Agapostemon nasutus*, *Andrena* sp. 3, *Bombus diligens*, *Exomalopsis tepaneca*, *Habralactus* sp. 2, *Lasoglossum* (*Evlytaeus*) sp. 14, *Nannotrigona pentaploides*, *Odyneropsis n.* sp., *Plebeia frontalis*, *Pseudaugochloropsis graminea*, *Thygater* sp. 4, *T.* sp. 5.
- 1 *Salvia helianthemifolia* Benth. 1(1) *Lasoglossum* (*Evlytaeus*) sp. 14
- 1 *Salvia involucrata* Cav. 3(7) *Bombus ephippatus*, *Deltoplia montezuma*, *D. pexata*, *Thygater* sp. 1, *T.* sp. 3, *T.* sp. 4, *T.* sp. 5.
- 3 *Salvia mexicana* L. 15(33) *Andrena* sp. 9, *Anthophora marginata*, *Augochlora aurifera*, *A. smaragdina*, *Bombus brachycephalus*, *B. diligens*, *B. ephippatus*, *B. medius*, *Ceratina* sp. 1, *C.* sp. 4, *C.* sp. 9, *Colletes* sp. 5, *C.* sp. 17, *Deltoplia aurenticaudata*, *D. bada*, *D. ephias*, *D. montezuma*, *D. n.* sp., *D. oaxata*, *Dinagapostemon sichei*, *Euglossa vindsama*, *Lasoglossum* (*Evlytaeus*) sp. 14, *L. (L.) costale*, *L. (L.) perscabrum*, *Megachile zapoteca*, *Paratmona beneata*, *Plebeia frontalis*, *Thygater mecheneni*, *T.* sp. 1, *T.* sp. 3, *T.* sp. 4, *T.* sp. 5, *Xylocopa tebaniformis* *ilota*
- 1 *Salvia* sp. 3 4(4) *Ceratina* sp. 5, *Deltoplia aurenticaudata*, *D. montezuma*, *Thygater* sp. 1
- LEGUMINOSAE**
- 2 *Amicia zycomeris* DC 3(3) *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp. 8, *Thygater* sp. 5, *Xylocopa* sp. 2
- 2 *Inga eriocarpa* Benth 3(4) *Bombus ephippatus*, *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp. 1, *L. (D)* sp. 12, *Megachile zapoteca*
- 3 *Phaseolus coccineus* L. 3(3) *Exomalopsis tepaneca*, *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp. 7, *Plebeia frontalis*
- LILIACEAE**
- 1 *Smilax mollis* Kunth ex Willd. 1(1) *Bombus ephippatus*
- LOASACEAE**
- 2 *Mentzelia hispida* Willd. 3(3) *Habralactus* sp. 1, *Lasoglossum* (*L.*) *perscabrum*, *Paratmona beneata*
- LYTHRACEAE**
- 2 *Cuphea aequipetala* Cav. 2(2) *Bombus medius*, *Dinagapostemon sichei*
- MALVACEAE**
- 1 *Sida rhombifolia* L. 1(1) *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp. 5
- 1 *Hibiscus rosa-sinensis* L. 1(1) *Bombus ephippatus*
- MELASTOMATACEAE**
- 1 *Miconia oligotricha* (DC) Naudin. 8(15) *Augochloropsis* sp. 1, *A.* sp. 2, *Bombus diligens*, *B. ephippatus*, *Caenaugochlora* sp. 1, *Deltoplia aurenticaudata*, *D. bada*, *D. montezuma*, *Euglossa vindsama*, *Lasoglossum* (*Diaktus*) sp. 4, *L. (Evlytaeus)* sp. 5, *L. (E)* sp. 6, *L. (E)* sp. 14, *Thygater* sp. 5, *Xylocopa* sp. 2
- 1 *Tibouchina mexicana* (Vahl) Bail 4(6) *Ceratina* sp. 3, *Deltoplia aurenticaudata*, *D. bada*, *D. montezuma*, *Lasoglossum* (*Evlytaeus*) sp. 14, *Thygater* sp. 6
- ONAGRACEAE**
- 1 *Lopezia racemosa* Cav. 1(1) *Paratmona beneata*

POLEMONIACEAE

- 1 *Cobaea stipularis* Benth 2(3) *Augochloropsis* sp. 2. *Ceratina* sp. 6. C. sp. 8.

PHYTOLACACEAE

- 2 *Phytolacca purpurascens* A. Br. et Bouché 1(1) *Ceratina* sp. 7

RHAMNACEAE

- 1 *Rhamnus longistyla* C. B. Wolf 2(2) *Bombus ephippatus*. *Cephalotrigona* n. sp.

ROSACEAE

- 3 *Rubus schiedeanus* Steud 11(18) *Augochlora smaragdina*. *Bombus ephippatus*. *Caenaugochlora* sp. 9. *Cephalotrigona* n. sp. *Ceratina* sp. 1. C. sp. 2. *Cofetes punctipennis*. *Detoplia aurulenticauda*. *Heteroseranus neomexicanus*. *LasioGLOSSUM* (*Dialictus*) sp. 1. L. (D) sp. 4. L. (D) sp. 5. L. (D) sp. 8. L. (D) sp. 10. L. (D) sp. 14. L. (*Evytaeus*) sp. 1. *Megachile montecuma*. *M. zapoteca*. *Thygater* sp. 2.

RUBIACEAE

- 1 *Deppea microphylla* Greenm. 1(1) *Bombus ephippatus*

SAPOTACEAE

- 2 *Dipholis miniflora* Pitfier 3(3) *Cravfordaps* n. sp. *Onagapostemon scabra*. *LasioGLOSSUM* (*Dialictus*) sp. 8

SCROPHULARIACEAE

- 1 *Digitalis purpurea* L. 2(2) *Bombus ephippatus*. *LasioGLOSSUM* (*LasioGLOSSUM*) costale

SIMARUBACEAE

- 3 *Picramnia xalapensis* Planch. 7(9) *Ancrena* sp. 11. *Bombus aligans*. *B. ephippatus*. *Ceratina* sp. 1. *Hylaeus modestus*. *LasioGLOSSUM* (*Evytaeus*) sp. 3. L. (E) sp. 6. *Megachile schmidti*. *Nannotrigona perlampodes*

SOLANACEAE

- 1 *Solanum aligerum* Schidl. 4(4) *Augochlora* sp. 3. *Bombus ephippatus*. *Ceratina* sp. 3. *Cofetes punctipennis*

STYRACACEAE

- 2 *Styrax pilosus* (Perkins) Standl 6(7) *Anthidium hondurasicum*. *Augochlora* sp. 1. *Heteroseranus neomexicanus*. *LasioGLOSSUM* (*L. micans*). *Megachile zapoteca*. *Xylocopa micans*. *X. nauhana*

TILIACEAE

- 3 *Triumfetta grandiflora* Vahl 11(21) *Augochlora aurifera*. *A. smaragdina*. *A.* sp. 1. *A.* sp. 3. *Augochloropsis* sp. 3. *A.* sp. 5. *Caenaugochlora* sp. 5. *Ceratina* sp. 1. C. sp. 4. C. sp. 5. *Onagapostemon scabra*. *Euglossa virens*. *LasioGLOSSUM* (*Dialictus*) sp. 1. L. (D) sp. 4. L. (D) sp. 7. L. (*Evytaeus*) sp. 6. L. (*Evytaeus*) sp. 14. *Megachile schmidti*. *Neocorynura discolor*. *Parramona beneata*. *Platona frontata*

VERBENACEAE

- 1 *Lantana hirta* Graham 1(1) *Bombus ephippatus*

APÉNDICE 2

PARÁMETROS CALCULADOS PARA LOS MODELOS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES UTILIZADOS

TENANGO DE DORIA, HIDALGO

MODELO	SOBERÓN-LLORENTE	CLENCH
SINTAXIS (CSS)	$V2=(B1*V1)/(1+B2*V1)$	$V2=(B1*V1)/(B2+V1)$
ECUACIÓN	$Y=(1.20621*X)/(1+0.00613*X)$	$Y=(196.894*X)/(163.3571+X)$
B1	1.20621	196.894
B2	0.00613	163.3571
SPP. ESPERADAS	190	190
PERSONAS/h	4600	4600

TLANCHINOL, HIDALGO.

MODELO	SOBERÓN-LLORENTE	CLENCH
SINTAXIS (CSS)	$V2=(B1*V1)/(1+B2*V1)$	$V2=(B1*V1)/(B2+V1)$
ECUACIÓN	$Y=(1.2552*X)/(1+0.01164*X)$	$Y=(107.856*X)/(85.97485+X)$
B1	1.2552	107.856
B2	0.01164	85.97485
SPP. ESPERADAS	108	107
PERSONAS/h	17350	7200

INTRODUCCIÓN AL APÉNDICE 3

Son tres los objetivos de esta introducción. Primero mencionaremos los criterios utilizados en el trabajo taxonómico, en segundo lugar estableceremos un marco teórico de referencia para la interpretación de los logros alcanzados en la determinación de especies y en tercer lugar se comentarán los resultados de ese trabajo.

CRITERIOS TAXONÓMICOS

Un porcentaje importante de los taxones alistados no cuenta con nombre específico, sin embargo, se consideran especies bajo los siguientes criterios:

- 1) Se utilizó el concepto de morfoespecie para la separación de los taxones, dentro del marco de la taxonomía alfa, debido al desarrollo actual de la melitología en México, y por recomendación de los expertos internacionales (v. gr. C. D. Michener, J. Rozen y G. C. Eickwort).
- 2) Debido a la carencia de revisiones taxonómicas que incluyan especies mesoamericanas, se consideraron para cada grupo los caracteres con valor taxonómico propuestos en publicaciones que incluyen especies de los mismos grupos en otras regiones del mundo.

RESULTADOS

Las especies registradas aquí se pueden dividir en cinco grupos:

- 1) Especies que fueron determinadas por el autor, corroboradas por los especialistas o determinadas por los especialistas.
- 2) Nueve especies nuevas para la ciencia.
- 3) Treinta y dos especies que están en proceso de determinación con diferentes especialistas, de acuerdo con la siguiente relación:

11 especies de *Andrena*, dos especies de *Melissoptila* y una especie de *Tetraloniella* con el Dr. Wallace LaBerge.

Lasioglossum (Evylaeus), nueve especies, con el Dr. Ronald McGinley.

Nueve especies de *Ceratina*, y dos especies de *Nomada (Hypochrotaenia)* con el Dr. Howel Daly.
- 4) Sesenta y ocho especies permanecen desconocidas aún, a pesar de la consulta de las colecciones en el extranjero, el uso de literatura especializada y el trabajo de los melitólogos alistados en la sección de agradecimientos. Cabe aquí mencionar que de acuerdo con estos especialistas, un gran número de estas especies pueden ser nuevas y endémicas de las montañas del oriente de México. No obstante y atendiendo las recomendaciones de los Dres. C. D. Michener, G. C. Eickwort y T. Griswold, los siguientes grupos se deben coleccionar con las colecciones de Europa (París, Londres, Berlín y Viena, entre otras):

Colletes con nueve especies.

MELITOFAUNA DE HIDALGO

Lasioglossum (Dialictus) con 15 especies.

Sphecodes con tres especies.

Megachile con una especie.

- 5) Los siguientes grupos se deben comparar en colecciones de Centro y Sudamérica (Costa Rica, Panamá, Colombia, Brasil, Argentina, Chile y Venezuela):

Augochlora, 11 especies.

Augochloropsis, siete especies.

Caenaugochlora, siete especies.

Neocorynura, tres especies.

Euglossa, tres especies.

Thygater, seis especies.

Lasioglossum (Dialictus) con 15 especies.

Agapostemon, una especie.

Caenohalictus, una especie.

Habralictus, dos especies.

MARCO TEÓRICO

Como se mencionó, los taxones que carecen de epíteto específico representan alrededor del 60%, lo que refleja el gran desconocimiento que se tiene actualmente de las abejas silvestres mexicanas. Esto obedece primeramente al casi total abandono de estudios taxonómicos del grupo y en segundo lugar a la carencia de especialistas mexicanos. Así pues, una gran proporción de las especies mexicanas conocidas ha sido publicada por melitólogos extranjeros y la mayoría de éstas (entre el 80 y 90%) se distribuye en los desiertos del norte del país. Por otro lado, los grupos tropicales son prácticamente desconocidos en México, a excepción de los Apidae sociales y los endemitas del llamado núcleo centroamericano.

Además, sólo unos cuantos grupos de distribución montana han sido objeto de estudio. Lamentablemente, en la actualidad esas revisiones (a excepción del trabajo de Roberts y Brooks con los Agapostemoninae de Mesoamérica) han sido rebasadas y no ofrecen confiabilidad.

Por otro lado, es real la falta de literatura especializada y colecciones melitológicas en el país, dado que no existe una institución con "tradición melitológica" en México.

A pesar de lo anterior, es claro que las carencias y dificultades que se enfrentan al estudiar las abejas silvestres mexicanas, no debe continuar traduciéndose en el abandono de este importante grupo de organismos comenzando, precisamente, con estudios faunísticos intensivos y comparados.

APÉNDICE 3

LISTA DE ABEJAS DE TENANGO DE DORIA Y TLANCHINOL, HIDALGO.

Los números a la derecha de cada taxón indican las siguientes acotaciones:

L: Localidad de registro de la especie:

- 1 Tenango de Doria
- 2 Tlanchinol
- 3 Ambas localidades.

D: Distribución actual del género:

- 1 Cosmopolita o subcosmopolita.
- 2 Amplia distribución en América.
- 3 Sur de Norteamérica a Centroamérica.
- 4 México a Sudamérica.
- 5 Trópicos y Subtrópicos.
- 6 Trópicos.
- 7 Endémicos y cuasiendémicos.

D2: Distribución actual de la especie:

- 1 Mesoamérica y Centroamérica.
- 2 Sierra Madre Oriental, S. M. Occidental, S. M. del Sur, Eje Neovolcánico.
- 3 S. M. Oriental, S. M. del Sur, Eje Neocolcánico, Centroamérica.
- 4 S. M. Oriental, S. M. del Sur, Centroamérica.
- 5 S. M. Oriental, S. M. del Sur.
- 6 S. M. Oriental, Eje Neovolcánico.
- 7 Sierra Madre Oriental.

V: Forma de Vida:

- 1 Género colector de polen y comportamiento solitario.
- 2 Género cleptoparásito y de comportamiento solitario.
- 3 Género colector de polen y comportamiento social.

IND: Número de individuos recolectados de cada especie.

E: Estacionalidad de la especie:

- 1S Especies univoltinas presentes en la "época seca".
- 1H Especies univoltinas presentes en la "época húmeda".
- 1A Especies univoltinas presentes en ambas épocas.
- 2 Especies bivoltinas.
- 3 Especies presentes todo el año.

P: Número de especies vegetales en las que se recolectó la especie.

* No se presentan datos sobre *Apis mellifera* L., pues es la abeja generalista por antonomasia.

** No se recolectaron sobre alguna planta en este estudio, sin embargo, en la literatura se consideran generalistas.

MELITOFAUNA DE HIDALGO

COLLETIDAE

COLLETINAE
COLLETINI

L	D	D2	V	IND	E	P	ESPECIE
1	1		1	8	1H	3	<i>Colletes bombiformis</i>
1				1	1H	1	<i>Colletes ca. compactus</i>
1				1	1S	1	<i>Colletes eulophi</i>
3				2	1S	2	<i>Colletes ca. punctipennis</i>
1				2	1S	2	<i>Colletes sp. 1</i>
1				2	1H	1	<i>Colletes sp. 3</i>
1				1	1H		<i>Colletes sp. 4</i>
3				35	1H	3	<i>Colletes sp. 5</i>
1				3	1S		<i>Colletes sp. 9</i>
1				1	1H		<i>Colletes sp. 11</i>
1				1	1S	1	<i>Colletes sp. 15</i>
1				3	1S		<i>Colletes sp. 16</i>
2				1	1H	1	<i>Colletes sp. 17</i>

DIPHAGLOSSINAE
CAUPLICANINI

2	7	7	1	29	3	1	<i>Crawfordapis n. sp.</i>
---	---	---	---	----	---	---	----------------------------

HYLAEINAE

2	1		1	1	1H	1	<i>Hylaeus (Prosopis) modestus (Say)</i>
---	---	--	---	---	----	---	--

ANDRENIDAE

ANDRENINAE

1	1		1	2	1S	2	<i>Andrena sp. 1</i>
1				2	1S	2	<i>Andrena sp. 2</i>
3				33	1H	5	<i>Andrena sp. 3</i>
1				3	1H	1	<i>Andrena sp. 4</i>
1				1	1H		<i>Andrena sp. 5</i>
1				1	1H	1	<i>Andrena sp. 6</i>
3				12	2	1	<i>Andrena sp. 7</i>
3				4	1H	4	<i>Andrena sp. 8</i>
1				24	1H	7	<i>Andrena sp. 9</i>
1				5	1H	3	<i>Andrena sp. 10</i>
3				8	1H	3	<i>Andrena sp. 11</i>

PANURGINAE

2				1	1H	1	<i>Heterosarus (Pterosarus) illustris</i> Timberlake
2	3		1	1	1S	1	<i>Heterosarus (Heterosarus) impunctiventris</i> Timberlake
3		2		19	2	7	<i>Heterosarus (Heterosarus) neomexicanus</i> (Cockerell)
3				4	1H	3	<i>Heterosarus (Heterosarus) n. sp. 1</i>
1				15	1H	3	<i>Heterosarus (Heterosarus) n. sp. 2</i>

ESTA TERCERA PARTE
FUE DE LA BIBLIOTECA

HALICTIDAE

HALICTINAE

AUGOCHLORINI							ESPECIE
L	D	D2	V	IND	E	P	
3	6		1	6	2	6	<i>Augochlora</i> sp. 1
1				3	1S	1	<i>Augochlora</i> sp. 2
1				11	2	6	<i>Augochlora</i> sp. 3
1				1	1S	1	<i>Augochlora</i> sp. 5
1				1	1H		<i>Augochlora</i> sp. 7
1				1	1H	1	<i>Augochlora</i> sp. 8
1				4	2	3	<i>Augochlora</i> sp. 9
2				1	1H	1	<i>Augochlora</i> sp. 11
2				6	1H	1	<i>Augochlora</i> sp. 12
2				2	1H	1	<i>Augochlora</i> sp. 16
1				2	1S	1	<i>Augochlora</i> sp. 17
2		4		9	2	4	<i>Augochlora (Augochlora) ca. smaragdina</i> Fnese
2		3		6	2	4	<i>Augochlora (Oxystoglossella) aurifera</i> Cockerell
2		4		1	1S	1	<i>Augochlora (Oxystoglossella) nominata</i> Michener ?
2		3	1	1	1H		<i>Augochlorella edentata</i> Michener
2		6	1	1	1H		<i>Augochloropsis flammea</i> (Smith)
1				10	2	3	<i>Augochloropsis</i> sp. 1
1				8	2	3	<i>Augochloropsis</i> sp. 2
1				4	1H	2	<i>Augochloropsis</i> sp. 3
1				2	1H		<i>Augochloropsis</i> sp. 4
1				2	1H	1	<i>Augochloropsis</i> sp. 5
1				2	1H	1	<i>Augochloropsis</i> sp. 6
1				2	2	1	<i>Augochloropsis</i> sp. 7
2	4	7	1	1	1S	1	<i>Caenaugochlora (Caenaugochlora) aequilax</i> (Vachal)
1				4	2	3	<i>Caenaugochlora</i> sp. 1
3				5	2	5	<i>Caenaugochlora</i> sp. 2
1				2	2	2	<i>Caenaugochlora</i> sp. 3
1				1	1S	1	<i>Caenaugochlora</i> sp. 4
3				9	1H	3	<i>Caenaugochlora</i> sp. 5
1				2	2	2	<i>Caenaugochlora</i> sp. 6
3				2	1S	1	<i>Caenaugochlora</i> sp. 9
2	4	5	1	8	1H	2	<i>Neocorynura (Neocorynura) discolor</i> (Smith)
1				4	2	2	<i>Neocorynura (Neocorynura)</i> sp. 4
1				1	1H		<i>Neocorynura (Neocorynura)</i> sp. 5
2				2	1H	2	<i>Neocorynura (Neocorynura)</i> sp. 6
1	6	4	1	1	1H	1	<i>Pseudaugochloropsis graminea</i> (Fabricius)
HALICTINI							ESPECIE
L	D	D2	V	IND	E	P	
2	2		1	2	1H		<i>Agapostemon leuculus</i> Vachal
3		4		33	1A	5	<i>Agapostemon nasutus</i> Smith
1		7		1	1S	1	<i>Agapostemon</i> sp. 2
1	4	7	1	1	1S		<i>Caenohalictus</i> sp. 1
3	7	7	1	33	1A	6	<i>Dinagapostemon sicheli</i> (Vachal)
3	6	7	1	47	2	8	<i>Habralictus</i> sp. 1
3		7		2	1H		<i>Habralictus</i> sp. 2
1	1	7	1	13	1S	4	<i>Lasioglossum (Dialictus) aspasia</i> (Smith)
3				21	1A	11	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 1
3				7	1A	5	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 2
1				11	2	5	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 4
3				4	1A	3	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 5

MELITOFAUNA DE HIDALGO

L	D	D2	V	IND	E	P	ESPECIE
3				2	1H	1	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 6
3				4	1H	3	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 7
3				18	3	5	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 8
2				2	1S	1	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 10
2				1	1H		<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 11
2				5	1S	3	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 12
2				1	1H		<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 13
2				1	1S	1	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 14
2				1	1S	1	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 15
2				1	1S	1	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 18
2				1	1S		<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 19
3				6	2	3	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 1
3				2	1H	2	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 3
1				2	1H	1	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 4
1				2	1H	2	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 5
3				22	1A	6	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 6
1				1	1H	1	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 7
1				1	1S	1	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 11
2				1	1H	1	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 13
1				36	2	9	<i>Lasioglossum (Evyllaesus)</i> sp. 14
3	7			29	2	7	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) costale</i> (Vachal)
1				2	2	1	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) crocoturum</i> (Vachal)
1	3			31	2	4	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) manitouellum</i> (Cockerell)
3				8	1H	2	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) perscabrum</i> McGinley
2				1	1H	1	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) trincicos</i> (Vachal) ?
1	7	5	1	1	1H		<i>Mexalictus (Georgalictus) eickworti</i> Godínez-García
1	1		2	4	1S	1	<i>Sphecodes</i> sp. 1
1				1	1S	1	<i>Sphecodes</i> sp. 2
2				2	1S	1	<i>Sphecodes</i> sp. 3

MEGACHILIDAE

MEGACHILINAE

ANTHIDINI

2	1		1	1	1S		<i>Anthidiellum apicale</i> (Cresson)
2				4	1S	1	<i>Anthidiellum ca hondurasicum</i>
2	6		1	1	1H	1	<i>Hypanthidioides aureocinctum</i>
1	3	7	1	3	1H	1	<i>Paranthidium n sp</i>
MEGACHILINI							
2	1	3	2	1	1H		<i>Coelioxys (Boreocoeloxys) pratti</i> Crawford
1	1		1	1	1H	1	<i>Megachile (Austromegachile)</i> sp. 4
3		4		7	2	4	<i>Megachile (Cressoniella) zapoteca</i> Cresson
3		4		2	2	1	<i>Megachile (Leptorachis) montezuma</i> Cresson
3		4		18	3	4	<i>Megachile (Leptorachis) schmidti</i> Friese ?

APIDAE

XYLOCOPINAE

XYLOCOPINI

2		4		1	3	1	<i>Xylocopa (Mega xylocopa) nautifana</i> Cockerell
3		5		10	3	1	<i>Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis illota</i> Cockerell
1		3		1	1S	1	<i>Xylocopa (Schoenherma) micans</i> Lepelletier

LUIS MANUEL GODINEZ

L	D	D2	V	IND	E	P	ESPECIE	
1		7		2	1S		<i>Xylocopa (Schoenherma) n. sp.</i>	
3	1		1	7	1H	2	<i>Xylocopa sp. 2</i>	
CERATININI								
3	1		1	17	2	9	<i>Ceratina sp. 1</i>	
3				30	3	6	<i>Ceratina sp. 2</i>	
3				15	2	6	<i>Ceratina sp. 3</i>	
3				9	2	5	<i>Ceratina sp. 4</i>	
3				14	1H	3	<i>Ceratina sp. 5</i>	
1				1	1H	1	<i>Ceratina sp. 6</i>	
1				3	1H	1	<i>Ceratina sp. 7</i>	
3				15	1H	6	<i>Ceratina sp. 8</i>	
3				2	1H	2	<i>Ceratina sp. 9</i>	
NOMADINAE								
NOMADINI								
1	1	2	2	1	1H	1	<i>Nomada aztecorum</i> Cockerell	
1				1	1H	1	<i>Nomada sp. 2</i>	
2				1	1H	1	<i>Nomada (Hypochrotaenia) sp. 3</i>	
2				1	1H	1	<i>Nomada (Hypochrotaenia) sp. 4</i>	
EPEOLINI								
1	1	2	2	4	1S		<i>Epeolus (Epeolus) compactus</i> Cresson	
1	6	7	2	1	1H	1	<i>Odyneropsis n. sp.</i>	
APINAE								
EUGLOSSINI								
1	5	1	1	1	1H	**	<i>Eufresea caeruleascens</i> (Lepelletier)	
3	5	3	1	65	3	4	<i>Euglossa (Euglossa) viridissima</i>	
2				4	1H		<i>Euglossa sp. 1</i>	
2				1	1S		<i>Euglossa sp. 3</i>	
2				3	1S		<i>Euglossa sp. 4</i>	
2	5	4	1	1	1H	**	<i>Eulaema (Apeulaema) polychroma</i> (Mocsary)	
2	6	4	2	9	1H		<i>Exaerete smaragdina</i> (Guénin)	
BOMBINI								
1	1	1	3	5	1H	2	<i>Bombus (Brachycephalobombus) brachycephalus</i> Handlirsch	
3				1	43	1H	6	<i>Bombus (Fervidobombus) diligens</i> Smith
3				4	35	1H	7	<i>Bombus (Fervidobombus) medius</i> Cresson
3				1	135	3	23	<i>Bombus (Pyrobombus) ephippiatus</i> Say
APINI								
3	1	1	3	17	3	*	<i>Apis mellifera</i> Linneó	
MELIPONINI								
3	4	7	3	43	3	8	<i>Cephalotrigona n. sp.</i>	
2	5	5	3	22	3	**	<i>Melipona beecheyi</i> Bennett	
3	5	5	3	5	3	4	<i>Nannotrigona penlampoides</i> Cresson	
3	5	5	3	72	3	12	<i>Partamona bilineata</i> (Say)	
3	5	5	3	42	3	7	<i>Plebeia frontalis</i> (Fnese)	
2	5	4	3	21	3	4	<i>Scaptotrigona mexicana</i> (Guénin)	

MELITOFAUNA DE HIDALGO

L	D	ANTHOPHORINI			E	P	ESPECIE
		D2	V	IND			
1	1	1	1	2	1H	2	<i>Anthophora (Anthophoroides) marginata</i> Smith
1	7		1	26	1H	7	<i>Deltoptila aurulentocaudata</i> (Dours)
3				21	1H	5	<i>Deltoptila badia</i> (Dours)
1				15	1H	2	<i>Deltoptila elephas</i> (Friese)
1				26	1H	7	<i>Deltoptila montezumia</i> (Smith)
1		4		1	1H	1	<i>Deltoptila n. sp.</i>
1				8	1H	3	<i>Deltoptila pexata</i> LaBerge & Michener
EXOMALOPSINI							
3	5		1	6	3	5	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) tepaneca</i> Cresson
1			3	2	1H	2	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) villipes</i> Smith
EUCERINI							
EUCERINA							
1	5		1	7	1H	1	<i>Melissoptila sp. 1</i>
2				1	1H	1	<i>Melissoptila sp. 2</i>
1	2	1	1	1	1H	1	<i>Peponapis azteca</i> Hurd & Linsley
1		2		1	1H	1	<i>Peponapis smithi</i> Hurd & Linsley
3	7	1	1	3	1H	1	<i>Tetraloniella sp. 1</i>
2	6	6	1	1	1H	1	<i>Thygater (Thygater) micheneri</i> Urban
1				17	1H	4	<i>Thygater (Thygater) sp. 1</i>
1				6	1H	2	<i>Thygater (Thygater) sp. 2</i>
1				8	1H	3	<i>Thygater (Thygater) sp. 3</i>
1				5	1H	3	<i>Thygater (Thygater) sp. 4</i>
3				22	1H	7	<i>Thygater (Thygater) sp. 5</i>
1				1	1H	1	<i>Thygater (Thygater) sp. 6</i>
EMPHORINI							
EMPHORINA							
1	6	2	1	2	1S	2	<i>Melitoma marginella</i> Cresson
TAPINOTASPINI							
1	4		1	1	1H	1	<i>Paratetrapedia albipes</i> (Friese) ?

APÉNDICE 4

RIQUEZA DE ESPECIES Y ESPECIES COMPARTIDAS EN LAS LOCALIDADES DE TRABAJO.

LOCALIDADES/FAMILIAS	TENANGO DE DORIA	TLANCHINOL	ESPECIES COMPARTIDAS	TOTAL
COLLETIDAE	1 (12)	3 (5)	1 (2)	3 (15)
ANDRENIDAE	2 (14)	2 (8)	2 (6)	2 (16)
HALICTIDAE	12 (54)	10 (42)	6 (19)	13 (77)
MEGACHILIDAE	2 (5)	4 (7)	1 (3)	5 (9)
APIIDAE	22 (49)	19 (34)	13 (22)	26 (61)
TOTAL	39 (134)	38 (96)	23 (52)	49 (178)