

98  
29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ESTUDIO FAUNISTICO DE LAS ABEJAS  
SILVESTRES (HYMENOPTERA: APOIDEA) DEL  
PEDREGAL DE SAN ANGEL, D. F.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G O**

P R E S E N T A :

**ISMAEL ALEJANDRO HINOJOSA DIAZ**



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM

DIRECTOR DE YESIS: BIOL. **LUIS MANUEL GODINEZ GARCIA**



CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.

AGOSTO DE 1996

FACULTAD DE CIENCIAS  
SECRETARIA ESCOLAR

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:  
ESTUDIO FAUNISTICO DE LAS ABEJAS SILVESTRES (HYMENOPTERA: APOIDEA)  
DEL PEDREGAL DE SAN ANGEL, D.F.

realizado por HINOJOSA DIAZ ISMAEL ALEJANDRO

con número de cuenta 8414948-8 , pasante de la carrera de **BIOLOGO**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| Director de Tesis | BIOL. LUIS MANUEL GODINEZ GARCIA      |
| Propietario       | M. EN C. MOISES ARMANDO LUIS MARTINEZ |
| Propietario       | DR. JUAN MANUEL LABOUGLE RENTERIA     |
| Suplente          | BIOL. ISABEL VARGAS FERNANDEZ         |
| Suplente          | BIOL. EVELINE FERRER GALZAR           |

*Luis Manuel Godínez García*

*Juan M. Labougle Rentería*  
*Isabel Vargas Fernández*

*Eveline Ferrer Galzar*

**FACULTAD DE CIENCIAS**  
Consejo Departamental de Biología  
*[Firma]*  
**COORDINACION GENERAL  
DE BIOLOGIA**

***A Yolanda, Carla, Jair y Rodrigo  
mi familia***

***A mi tía Edwviges***

***A mi madre y a Jesús  
allá en el infinito***

***A Olivia***

Los himenópteros manifiestan un rasgo conductual sobresaliente, en cuanto asumen la 'responsabilidad' de proveer a su descendencia de los recursos necesarios para su desarrollo hasta la etapa adulta en la cual se repetirá ciclo. Las abejas, en particular, dedican su vida madura íntegramente a la construcción y aprovisionamiento del nido en el que perpetuarán su estirpe.

Habiendo dedicado una pequeña parte de mi vida al estudio de estos singulares seres, no deja de sorprenderme ese incontenible instinto por dejar asegurada la vida y desarrollo de su progenie. A cuanta adversidad se topen, y aun hasta el último esfuerzo de su existencia, desde que surgen del nido lucharán por dejar su 'legado de vida'. Aunque desde el punto de vista humano, este comportamiento se aleje de la razón y encuentre solamente bases instintivas, a nosotros, 'seres racionales', debiera de servirnos como ejemplo de dedicación y empeño. La perpetuación de nuestro ser en un 'legado de vida' no se refiere únicamente a cuestiones de descendencia biológica. Todo aquello que hagamos por superar cualquier adversidad y conseguir un objetivo, nos perpetuará un poco. No hay meta valiosa libre de obstáculos y al igual que la abeja sin límite de esfuerzo construye su nido, tendremos que luchar y sobreponernos a cualquier obstáculo por insalvable que parezca, incluso dejando en ello parte de nosotros. Sólo así nuestros logros constituirán un verdadero legado de vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo se realizó a propuesta del Biól. Luis Manuel Godínez García, director del mismo, a quien agradezco por orientarme en todo lo que ahora conozco sobre las abejas.

Asimismo, agradezco al M. en C. Armando Luis Martínez por facilitar la elaboración de gran parte de este trabajo en el Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera' y por la buena cantidad de observaciones y comentarios que permitieron culminar el presente estudio.

Al Dr. Juan Manuel Labougle Rentería por la revisión del escrito y por encabezar el grupo en el que inicié el conocimiento de las abejas.

A las Biól. Isabel Vargas Fernández y Eveline Yarce Salazar, por la revisión y comentarios hechos a este trabajo.

A los Drs. G.C. Eickwort (Q.P.D.), T. Griswold, C.D. Michener, R. Brooks y F. Silveira por su valiosa ayuda en la determinación de varias especies de abejas.

A Olivia Yáñez por apoyarme en todo lo relacionado con este trabajo y por estar siempre conmigo.

A mi hermana y a mis tíos, sin quienes no hubiera podido culminar mi formación.

A todos ellos gracias y espero no defraudarlos.

## **CONTENIDO**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>I. RESUMEN</b>  | 1           |
| <b>II. INTRODUCCIÓN</b>                                  | 2           |
| <b>II.1 Generalidades</b>                                | 2           |
| <b>II.2 Levantamientos faunísticos</b>                   | 4           |
| <b>III. ANTECEDENTES</b>                                 | 6           |
| <b>IV. ÁREA DE ESTUDIO</b>                               | 9           |
| <b>V. OBJETIVOS</b>                                      | 13          |
| <b>VI. MÉTODO</b>  | 14          |
| <b>VII. RESULTADOS</b>                                   | 16          |
| <b>VII.1 Riqueza melitofaunística</b>                    | 16          |
| <b>VII.2 Riqueza estimada por modelos de acumulación</b> | 20          |
| <b>VII.3 Actividad estacional</b>                        | 23          |
| <b>VII.3.1 Taxones</b>                                   | 23          |
| <b>VII.3.2 Individuos</b>                                | 28          |
| <b>VII.4 Relaciones con la flora</b>                     | 29          |
| <b>VII.5 Observaciones adicionales</b>                   | 32          |
| <b>VIII. DISCUSIÓN</b>                                   | 34          |
| <b>LITERATURA CITADA</b>                                 | 40          |
| <b>APÉNDICE I</b>  | 45          |
| <b>APÉNDICE II</b>                                       | 47          |
| <b>APÉNDICE III</b>                                      | 48          |

## I. RESUMEN

Las abejas representan quizá al grupo de insectos más benéfico para el hombre gracias a su actividad polinizadora (Michener, 1993). En México se estima que existen cerca de 2,000 especies de abejas (10% de la riqueza mundial), cuyo conocimiento actual es fragmentario debido a la falta de continuidad geográfica y estacional en los pocos estudios existentes (Ayala *et al.*, 1993).

En el presente trabajo se describe la melitofauna de la Reserva del Pedregal de San Ángel, ubicada dentro del campus de la Ciudad Universitaria al sur del Distrito Federal. La vegetación del lugar se caracteriza por una comunidad de matorral xerófilo desarrollada sobre un derrame lávico y dominada fisonómicamente por *Senecio praecox*. La configuración de la cubierta basáltica, ha favorecido el desarrollo de numerosos microhábitats.

La fauna de abejas de la localidad se describe a partir de una colección formada en su mayoría entre febrero de 1989 y abril de 1993 y depositada en el Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera', de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se encontraron representadas 97 especies, 34 géneros y cinco familias de abejas. A consecuencia del escaso conocimiento taxonómico de la melitofauna del país, sólo la tercera parte de las especies pudo ser determinada en cuanto a nombre, las demás especies fueron separadas y numeradas dentro de cada género. *Dialictus sp. 01*, *Apis mellifera* y *Ceratina sp. 01*, son las especies con mayor número de ejemplares en la colección. *Dialictus* y *Ceratina* son los géneros con más especies y más ejemplares, lo mismo que las familias Halictidae y Apidae. Por medio de modelos estadísticos predictivos, se estima la existencia en la reserva de 115 especies de abejas, encontrando entonces una representatividad del 85% en la colección trabajada. Se describe el patrón estacional general y por familia, el cual corresponde con lo previsto por la fenología floral del área. Se enlistan 62 especies de plantas con flores, pertenecientes a 24 familias visitadas por abejas en el lugar. Compositae fue la familia de plantas con más especies visitadas por abejas así como la que más especies e individuos de abejas visitaron. El presente trabajo, pretende resaltar la importancia del uso de colecciones en la elaboración de trabajos faunísticos, rescatando la mayor cantidad posible de información y señalando la utilidad del material depositado, como fuente de conocimiento de la fauna de una región.



## II. INTRODUCCIÓN

### II.1 Generalidades

La diversidad biológica de México, comprende más del 12% de la biota a nivel mundial y sitúa al país sólo detrás de Brasil y Colombia en este rubro (Toledo y Ordoñez, 1993). La variedad fisiográfica del México actual, producto de la actividad geológica iniciada durante el Cretácico, se ve reflejada en su configuración montañosa. Las consecuentes fluctuaciones climáticas a lo largo del tiempo geológico, han promovido la especiación y originado la diversidad de hábitats, que favorecen la perpetuación de las nuevas formas (Graham, 1993).

Las abejas son probablemente el grupo de insectos más benéfico para el hombre. Aun sin considerar a la abeja melífera doméstica, existen cientos de especies de abejas que con su actividad polinizadora aseguran la prosperidad de una gran variedad de cultivos. De hecho, abejas y flores han coevolucionado desde el cretácico y sin el aporte de las abejas, el mundo luciría muy distinto (Michener, 1993).

Las abejas pertenecen al orden Hymenoptera y dentro de este, al suborden Apocrita. Dicho suborden es a menudo subdividido en dos grupos informales: Parasítica y Aculeata, ubicándose a las abejas dentro de este último. Aculeata se reconoce, por la posesión de un ovipositor modificado en aguijón. Junto con las avispas esfecoides, las abejas conforman la superfamilia Apoidea (Michener, 1986), dentro de la cual se han reconocido dos series informales (Finnamore y Michener, 1993), una para cada grupo mencionado. La serie Apiformes comprende a todas las familias de abejas, las cuales se alimentan exclusivamente de polen y néctar, a diferencia de los Spheciformes que proveen a sus larvas con alimento de origen animal. De acuerdo con los últimos análisis filogenéticos (Roig-Alsina y Michener, 1993; Alexander y Michener, 1995), se reconocen nueve familias de abejas: Colletidae, Stenotritidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Dasypod

El fósil de abeja más antiguo que se conoce, *Trigona prisca* (Apidae; Meliponinae) procede del ámbar cretácico de Nueva Jersey (hace 96-74 millones de años), y corresponde a una abeja altamente especializada, probablemente una obrera eusocial, muy similar a *Trigona (Trigona) cilipes* y sus parientes cercanos, actualmente abundantes en el Amazonas. Dados los hábitos alimenticios de las abejas, dependientes directamente de recursos florales, éstas debieron haber evolucionado junto con las angiospermas, las cuales surgieron en el Cretácico temprano (hace cerca de 130 millones de años). De acuerdo con lo anterior, la mayor parte de la evolución de las abejas debió ocurrir en el transcurso de los 50 millones de años entre el surgimiento de las Angiospermas y el tiempo en que vivió *T. prisca* (Michener y Grimaldi, 1988).

Las abejas de lengua corta (Colletidae, Stenotritidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Dasypodidae, Meganomidae), debieron diversificarse en el tiempo en que las angiospermas poseían, en su mayoría, corolas poco profundas. Algunas, sin embargo, elongaron sus partes bucales para acceder a los recursos de las primeras flores con corolas tubulares.

Las abejas de lengua larga (Megachilidae y Apidae), a diferencia de las de lengua corta, conforman un grupo monofilético, el cual debió radiar, cuando las corolas profundas se hicieron más comunes. Michener (1974) sitúa la radiación de las abejas de lengua larga en el Terciario, antes del hallazgo de *Trigona prisca*, basándose en los meliponinos fósiles del ámbar báltico (Eoceno tardío). Con *T. prisca*, sin embargo, el origen de las familias de lengua larga debe remitirse al Cretácico tardío (o antes). Esto plantea, por otra parte, un problema referente a la estasis evolutiva en que las abejas de lengua larga han existido desde al menos hace 80 millones de años (Michener y Grimaldi, 1988).

Michener (1979) plantea que las abejas se originaron en alguna región interna de la parte oeste de Gondwana, dado que en la actualidad existe mayor abundancia y diversidad de abejas en regiones xéricas cálido-templadas (como los desiertos de Sonora y Chihuahua en México).

## **II.2 Levantamientos faunísticos**

La crisis actual de la biodiversidad, enfatiza la importancia que tiene la elaboración de trabajos faunísticos, dada la urgente necesidad de aumentar nuestro conocimiento acerca de la fauna existente (Silveira y Godínez, 1996).

Los estudios faunísticos, deberían seguir un mismo modelo en cuanto a los métodos empleados para el muestreo. Diferentes habilidades en los colectores, distintos tamaños de las áreas muestreadas, así como procedimientos desiguales, aplicados en diversos trabajos, hacen difícil la comparación de los resultados obtenidos en cada uno. Silveira y Godínez (1996) han elaborado una primera propuesta para tratar de unificar estos, con el propósito de eliminar los vicios que propician las 'colectas casuales' en un levantamiento faunístico. Se pretende sistematizar los métodos de muestreo, a fin de tener un punto de comparación respecto a la riqueza de las melitofaunas en distintas áreas. Estos autores consideran como influye en los resultados obtenidos, la variación de los siguientes factores: a) Tamaño del área o localidad de muestreo, b) Método de muestreo, c) Periodicidad de las colectas, d) Tiempo diario invertido en la colecta, e) Selección de sitios en los que se presume encontrar individuos (parches florales, lugares de anidación, entre otros). El término sistemático, en el contexto de su propuesta, se refiere a colectas intensivas en un área limitada, a lo largo de al menos un año, empleando un conjunto estándar de procedimientos de campo. En otras palabras y respecto de los factores mencionados anteriormente, el tamaño del área, deberá ser del mismo orden de magnitud al comparar, en cuanto a su melitofauna, dos áreas. El muestreo debería realizarse mensualmente (de 3 a 5 días), recorriendo toda el área, trazando trayectos de unos dos metros de ancho, a paso lento, recolectando proporcionalmente (en cuanto a abundancia relativa) las abejas sobre las flores y sin detenerse demasiado en sitios particulares. En cuanto al tiempo dedicado por día al muestreo se propone cubrir al menos los periodos de actividad pico de las abejas. Si se pretende comparar fielmente dos muestreos, entonces sólo deberían incluirse las abejas colectadas sobre las flores, el resto únicamente complementarían los listados particulares.

La estimación del número de especies que teóricamente se encuentran en un área de muestreo, puede llevarse a cabo, utilizando modelos estadísticos que relacionan el esfuerzo de recolecta invertido y el tamaño de la colección (Clench, 1979; Soberón y Llorente, 1993). León (1995) enfatiza la importancia de elegir correctamente la unidad de esfuerzo de recolecta, para obtener estimaciones confiables del número de especies presentes en el área trabajada. Menciona que para establecer un patrón de acumulación y expresar la unidad de esfuerzo correctamente, es indispensable disponer de información detallada del inventario, pues el empleo de una unidad de esfuerzo inadecuada puede afectar la estructura

de las funciones estadísticas y modificar el tamaño esperado del listado. Si no se cuenta con información específica del esfuerzo de recolecta invertido, incluso el uso de individuos como unidad de esfuerzo se ve limitado. En casos como estos, las funciones de acumulación sólo serían auxiliares en la orientación de la información proveniente de acervos (museos y colecciones privadas), en cuyo caso quizá sea más adecuado utilizar funciones con estimaciones más conservadoras (como la de von Bertalanffy) (León, 1995).

### III. ANTECEDENTES

El conocimiento de las abejas en México, se remonta a las culturas mesoamericanas prehispánicas, las cuales practicaban el cultivo de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponinae) con fines rituales. Los olmecas eran 'apicultores' desde alrededor del año 200 a.C. Para los mayas la meliponicultura fue una actividad muy significativa, incluso poseían una deidad-abeja específica, Ah-Muzenkab, en honor de la cual celebraban fiestas para asegurar el flujo de néctar. Existía antes de la irrupción europea, un intenso comercio de miel y cera en Mesoamérica. Los códices Troano, Peresiano e Iro-cortesiano, hacen referencia a la práctica de la meliponicultura en el pueblo maya. Con la llegada de los españoles, se introdujo la abeja melífera común (*Apis mellifera* L.), sin embargo, su explotación no se hizo sistemática sino hasta el presente siglo (Cid, 1990).

Ayala *et al.* (1993) dividen los 200 años en los que cerca de 100 autores han descrito más de 1,400 especies de abejas mexicanas, en cuatro periodos. El primero (1758-1819), caracterizado por la inclusión de las descripciones de especies de abejas mexicanas en trabajos generales sobre insectos, por naturalistas europeos (Linneo, Olivier, Fabricius), que incluían la mayoría de las 26 especies mexicanas descritas en este periodo, en unos cuantos géneros. El segundo periodo (1820-1889), es en el que se observa la transición entre los naturalistas generales y los primeros especialistas en himenópteros. En esta época, surgen también los primeros investigadores americanos implicados en la descripción de abejas mexicanas, como Cresson (174 taxones descritos) y Smith (94 especies). El periodo 1890-1929, presenta un gran aumento en el número de especialistas (33) involucrados en el tema, así como en las especies descritas (543). En este periodo, a finales del siglo pasado, Cockerell (1899), publicó el único catálogo sobre las abejas de México. Este autor contribuyó con la descripción de 386 especies mexicanas en total.

Desde 1930 a la actualidad se han descrito 715 especies por 44 autores, de entre los que destacan Hurd, LaBerge, Michener, Snelling y Timberlake. Este último, contribuyó con sus estudios sobre la subfamilia Panurginae (Andrenidae), con el 22% del conocimiento actual acerca de la apifauna mexicana. En esta etapa, se han expandido los estudios taxonómicos, a temas tales como comportamiento, biología de anidación y polinización, además de la producción de algunos catálogos que incluyen especies de abejas mexicanas. Sin embargo, existen muy pocos estudios de tipo biológico o ecológico de especies mexicanas y la mayoría de ellos se han elaborado sobre poblaciones de las mismas especies, pero ubicadas fuera de México. Además, quedan aún por llenarse los huecos estacionales y geográficos de las colecciones existentes, a fin de reconocer con mayor precisión la diversidad de las abejas mexicanas (Ayala *et al.*, 1993).

Ayala (1988), Roubik *et al.* (1991) y Godínez (1991), han elaborado algunos de los pocos listados locales que pueden citarse para el país.

En México existen, de acuerdo con Ayala *et al.* (1993), 8 familias, 153 géneros y cerca de 1,589 especies de abejas. Las ocho familias a que se refieren dichos autores, corresponderían, de acuerdo con las clasificaciones propuestas por Roig-Alsina y Michener (1993) y Alexander y Michener (1995), a seis: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae y Apidae. La falta de continuidad tanto geográfica como estacional, en la recolecta de abejas en el país, provoca que los números de taxones de abejas sean incompletos y un tanto especulativos. Por esto, se considera que el número de especies en realidad podría exceder a las 2,000. Si se reconocen alrededor de 20,000 especies de abejas en el mundo, entonces la fauna mexicana comprende un 10% de la riqueza mundial.

La riqueza de la melitofauna mexicana es, en parte el resultado de su posición única, en la unión de las regiones Neártica y Neotropical (Ayala *et al.*, 1993). Para la provincia biótica citada por Ayala *et al.* (*op. cit.*), en la que se encuentra el Pedregal de San Ángel (Eje Volcánico Transversal), cita 165 especies en 166 localidades de colecta.

En ámbar del Mioceno de Chiapas, se ha encontrado el único fósil de abeja en México, ubicado dentro del actual grupo *Plebeia* (*Nogueirapis*) (Wille, 1959; Ayala *et al.*, 1993).

En la actualidad, cuatro géneros se encuentran restringidos a México, estos son: *Paragapostemon*, *Aztecantidium*, *Agapanthinus* y *Loxoptilus*. A nivel específico, puede decirse que sólo el 53% de las especies en la familia Andrenidae son endémicas de México. Para las familias restantes y a nivel general, no se tienen datos de los endemismos a nivel especie. Los géneros con centro de mayor diversidad en México son: *Centris* (neotropical), *Deltoptila*, *Exomalopsis* (sudamericano), *Mexalictus*, *Xenoglossa* y *Protophaea*. Los géneros más grandes en cuanto a número de especies en el país, son *Perdita*: (226 especies), *Andrena* (88), *Megachile* (77), *Exomalopsis* (74), *Centris* (53), *Melissodes* (47), *Colletes* (46), *Heterosarus* (44), *Protandrena* (40) y *Coelioxys* (33). Un 68.4% de los géneros y el 88.1% de las especies mexicanas son colectoras de polen, solitarias, parasociales o primitivamente eusociales, mientras que el 19.5% de los géneros y el 8.5% de las especies, son cleptoparásitos. Las abejas eusociales corresponden al 12.1% de géneros y 3.4% de las especies mexicanas (Ayala *et al.*, 1993).

Las regiones de mayor diversidad de abejas en el país, corresponden con las mencionadas por Michener (1979), siendo los desiertos sonorenses y de Chihuahua las áreas más ricas, especialmente para la subfamilia Panurginae. Las regiones templadas, como las que se encuentran en el altiplano, parecen ser las segundas en cuanto a riqueza, seguidas por las selvas bajas caducifolias, como Chamela, Jalisco (Ayala, 1988). La Península de Yucatán parece ser la región más pobre, sin embargo esto puede deberse a la escasez de colectas en la zona (Ayala *et al.*, 1993).

En México, los pedregales han sido objeto de interés, particularmente botánico, pues representan lugares especialmente privilegiados para el desarrollo de una flora muy rica y variada.

El Pedregal de San Ángel, es quizá el que más ha llamado la atención. Lo han visitado botánicos mexicanos y extranjeros, como G.C. Pringle, quien se sorprendió por la variedad de especies vegetales que en él se desarrollaban y por ubicarse en las inmediaciones de una gran ciudad (Rzedowski, 1954). Los primeros trabajos generales acerca del área, de F. Altamirano y J.W. Harshberger, datan del siglo pasado. Algunos otros, como los de Duges y Herrera, hacen referencia a especies particulares. Desde fines del siglo pasado, hasta la década de los sesentas, los trabajos sobre el Pedregal aumentaron gradualmente, sin embargo en tiempos recientes, el índice de publicaciones ha tendido a disminuir. Predominan los trabajos taxonómicos, sobre todo los de índole zoológica, en menor proporción existen trabajos referentes a la ecología geológica y climatología del lugar. Únicamente se conocen tres estudios florísticos y tres sobre biología vegetal. Específicamente con referencia a trabajos ecológicos, se han hecho descripciones de interacciones interespecíficas directas (Soberón *et al.* 1991).

Existe actualmente una recopilación de publicaciones sobre la Reserva del Pedregal de San Ángel, en la cual se presentan desde los trabajos clásicos de Rzedowski (1954), hasta algunos estudios recientes en materia de ecología e interacciones planta-animal, así como planes de manejo para la Reserva.

#### IV. ÁREA DE ESTUDIO

Situada al sur de la Ciudad de México, dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Reserva del Pedregal de San Ángel, se localiza aproximadamente entre los 19°18'35" y 19°19'30" latitud norte y los 99°10'35" y 99°11'45" longitud oeste. Fue creada por acuerdo el 30 de octubre de 1983, y sus límites se redefinieron en agosto de 1990, dando una extensión total de 146.9 hectáreas (Figura 1). El intervalo altitudinal varía entre 2250 y 2600 metros (Rzedowski, 1954; Álvarez *et al.*, 1986). Es la última muestra de vegetación natural dentro de la cuenca de México, siendo el único refugio de muchas especies que antes se hallaban en lo que hoy es ciudad (Rojo, 1994).

La Reserva del Pedregal de San Ángel constituye el remanente de una comunidad vegetal, que ocupaba cerca del 50% de la extensión total del deslave originado por el volcán Xitle, hace alrededor de 2,500 años (Enciso, 1979). Rzedowski (1954) denominó a dicha asociación vegetal, con el nombre de *Senecionetum praecocis*, gracias a la presencia típica y dominante de la especie arbustiva *Senecio praecox* conocida comúnmente como "Palo Loco". El área originalmente cubierta por esta comunidad vegetal, se extendía unos 40.45 km<sup>2</sup> ocupando la porción más baja de los 80 km<sup>2</sup> cubiertos por el derrame de lava (Rzedowski, 1954; Álvarez *et al.*, 1986).

El proceso de enfriamiento de las lavas expulsadas por el Xitle que cubrieron la zona en que se localiza la Reserva, originó un relieve bastante accidentado y, consecuentemente, una gran variedad de macro y microambientes, que a su vez favorecieron el establecimiento de una flora variada y de índole diversa (Álvarez *et al.*, 1986).

Las lavas del Pedregal, cuyo espesor varía de 50 cm a poco más de 10 m, se clasifican como basalto de olivino con afinidad alcalina (Schmitter, 1953; Enciso, 1979). Los suelos, principalmente de origen eólico y orgánico, se acumulan fundamentalmente en las oquedades y accidentes del terreno, son arenoso-limosos, moderadamente ácidos, poseen gran cantidad de materia orgánica, potasio y calcio, son pobres en nitrógeno y fósforo aprovechables, y su espesor no sobrepasa unos cuantos centímetros (Rzedowski, 1954).



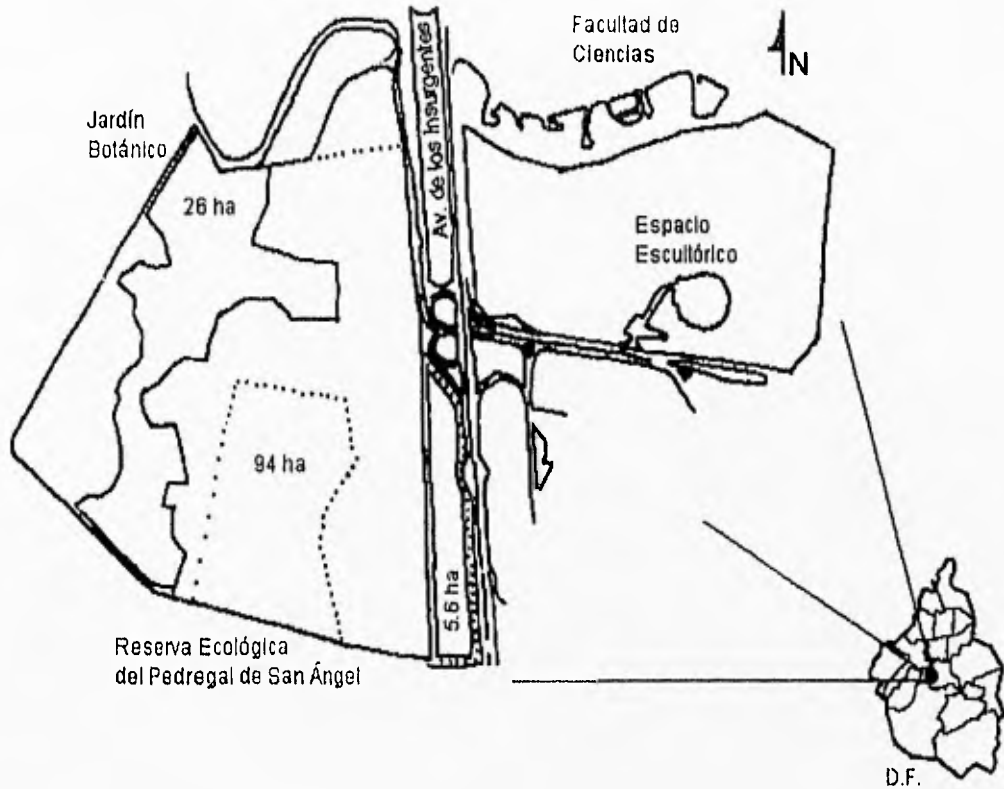


Figura 1. Delimitación actual de la Reserva del Pedregal de San Ángel. Las líneas continuas dentro de la reserva, señalan áreas de uso restringido donde se ubican algunas dependencias de la UNAM, o áreas jardinadas no silvestres. Las líneas punteadas señalan áreas incluidas recientemente en la reserva, (Basado en Soberón *et al.*, 1991).

La fórmula climática del Pedregal de San Ángel, según el sistema modificado de Köppen es  $Cb(w_1)(w)$  y corresponde a clima templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano (García, 1981). La temperatura media anual se halla entre  $15.3^{\circ}\text{C}$  y  $15.6^{\circ}\text{C}$ , registrándose la máxima en el mes de mayo y la mínima en enero. La época de lluvias abarca los meses de mayo a octubre, con

precipitación promedio anual de 870.2 mm (Figura 2). Los vientos dominantes son los del NNW, si bien los más fuertes provienen del NE. La presión atmosférica es baja, lo mismo que la humedad absoluta del aire. La humedad relativa presenta considerables variaciones diurnas que dependen de las de la temperatura, alcanzando estas últimas, valores elevados, sobre todo en los meses más fríos (Rzedowski, 1954; Soberón *et al.*, 1991).

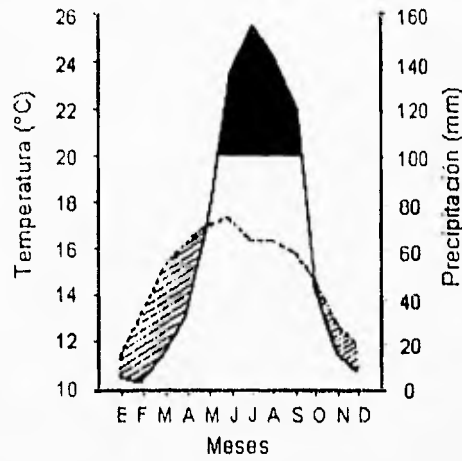


Figura 2. Diagrama ombrotérmico de la Estación Meteorológica de Villa Obregón, D.F. (aproximadamente 2 km al norte del Pedregal de San Ángel). Las líneas continuas corresponden a la precipitación y las discontinuas a la temperatura media (tomado de Cano-Santana, 1987).

La vegetación del Pedregal de San Ángel, dominada fisonómicamente por *Senecio praecox* se clasifica como matorral xerófilo, debido a la escasez de suelo. La asociación está constituida por un matorral abierto de estructura muy heterogénea, con grandes diferencias en su composición florística. No existe en el estrato arbóreo verdadero. Algunas especies típicas del *Senecionetum praecocis*, son: *Schinus molle*, *Opuntia tomentosa*, *Wigandia urens*, *Eysenhardtia polystachya* y *Montanoa tomentosa*, entre otras. En el estrato herbáceo, la más conspicua es la gramínea *Muhlenbergia robusta* (Rzedowski, 1954; Álvarez *et al.*, 1986; Valiente-Banuet y de Luna, 1990).

A medida que aumenta el espesor de la capa de suelo sobre una superficie basáltica, inicialmente desnuda, las comunidades vegetales en el proceso de sucesión, se vuelven más complejas. Basándose en esto, Rzedowski (1954) afirma que la comunidad de *Senecionetum praecocis*, representa una etapa sucesional intermedia, precedida por comunidades pioneras de helechos

xerofíticos y probablemente tendiente hacia una comunidad dominada por *Schinus molle*.

El periodo vegetativo en el Pedregal empieza a fines de mayo, y en los siguientes tres meses, se da un aumento constante en el número de especies que reanudan su desarrollo, lo mismo que en el volumen total de la vegetación y los organismos en reproducción. En septiembre y octubre se presenta el máximo de formas en flor y fruto. De noviembre a enero aún se reproducen muchas especies, mientras que de febrero a mayo, decae considerablemente el número de formas activas, si bien casi todos los árboles y arbustos de talla elevada se reproducen en estos meses (Rzedowski, 1954). Aun cuando la mayor parte de especies en floración se registran durante la época lluviosa, las especies que florecen durante la época seca (*Eupatorium*, *Senecio*, *Cissus*, *Buddleia*, *Montanoa*, *Verbena*) son muy abundantes, por lo que la disponibilidad de flores para la fauna que depende de ellas, quizá no sea tan baja en los meses en que el número de especies en flor es pequeño (Meave *et al.*, 1994).

Soberón *et al.* (1991), citan para el año de publicación de su trabajo, 500 especies totales, publicadas en diversos listados para el pedregal. De esas 500 especies, 301 son de angiospermas, 50 de aves, 47 de arácnidos y 42 de lepidópteros diurnos, por mencionar los más numerosos (Soberón *et al.*, 1991; Valiente-Banuet y de Luna, 1990). De acuerdo con estimaciones teóricas, se calcula la existencia de entre 1,500 y 3,000 especies totales para la Reserva del Pedregal de San Ángel. De este estimado, 300 especies corresponderían al orden Hymenoptera, en el cual se incluyen las abejas (Soberón *et al.*, 1991).

Las presiones urbanas son la amenaza más fuerte para el pedregal. El avance de la ciudad redujo en tan sólo 30 años, el área original de la comunidad de *Senecio praecox* en un 90%. Actualmente, los efectos del crecimiento urbano siguen mostrándose. Cabe destacar la falta de vigilancia, lo que permite el acceso de personas extrañas a la Reserva, en muchos casos con fines de recolecta de ejemplares destinados al comercio; además, esto provoca carencia de seguridad para quienes realizan labores de investigación dentro del pedregal. La avenida de Los Insurgentes, es una fuente permanente de contaminación atmosférica, sonora y de basura, además de constituir una barrera infranqueable para muchas especies, al partir en dos el área de la Reserva. Los basureros presentes constituyen un importante foco de contaminación, además de abrigar flora y fauna nocivas. Los eucaliptos plantados en circuitos y corredores, son ejemplo de especies introducidas cuya agresividad tiende a desplazar a las especies naturales (Rojo, 1994).

## **V. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Conocer la melitofauna presente en la Reserva del Pedregal de San Ángel.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Elaborar el listado de especies de abejas de la zona de estudio.
- Obtener mediante la aplicación de modelos teóricos predictivos (Clench y von Bertalanffy), el número de especies estimado para la Reserva del Pedregal de San Ángel.
- Presentar los patrones de actividad estacional, a partir de los datos de la colección trabajada.
- Conocer, a partir de los datos en la colección, la flora visitada por abejas en la localidad.

## VI. MÉTODO

Se revisaron 858 ejemplares de abejas del Pedregal de San Ángel, depositados en la colección entomológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias de la UNAM. La mayor parte de los ejemplares (440), fueron recolectados por el grupo de trabajo del laboratorio de 'Ecología de Insectos Sociales' del Centro de Ecología de la UNAM, durante el periodo comprendido entre febrero de 1989 y enero de 1991. Otra parte considerable (357), fue colectada por un grupo de estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UNAM, durante un curso de Biología de Campo en el periodo de diciembre de 1991 a agosto de 1992. Los ejemplares restantes, corresponden a recolectas realizadas por el autor (abril de 1993) con la colaboración de otras personas, a fin de cubrir algunos de los huecos existentes, esto es, los meses no registrados en los lotes mencionados. Algunos de los ejemplares adicionales fueron recolectados esporádicamente, por lo que las fechas de colecta no presentan un patrón regular.

Las colectas no se realizaron de manera sistemática, particularmente aquellas efectuadas por el grupo del Centro de Ecología. En todos los casos se utilizaron redes entomológicas aéreas. Los organismos fueron sacrificados en tubos y cámaras letales con acetato de etilo y/o cianuro de potasio, para ser montados en seco.

La mayoría de las recolectas se realizaron en periodos diurnos entre las 9:00 y 17:00 horas, sólo unos cuantos ejemplares fueron recolectados antes de las 9:00 horas y ninguno después del periodo descrito.

Los datos registrados al momento de la recolecta, para cada ejemplar (localidad, fecha, hora, sustrato, observaciones), fueron ingresados en una base de datos de cómputo (dBase III) para su procesamiento.

Para la determinación taxonómica de los ejemplares, se utilizó la clave genérica de Michener *et al.* (1994). Las especies fueron determinadas utilizando las claves disponibles, de acuerdo con el género (Ayala, 1984; Brumley, 1965; LaBerge 1967 y 1986; Labougle, 1990; McGinley, 1986; Timberlake, 1973 y 1975). En otros casos, los ejemplares fueron enviados a especialistas, para su determinación (Dr. G.C. Eickwort, Universidad de Cornell, Dr. T. Griswold, Universidad de Utah, Dr W.E. LaBerge, Universidad de Illinois, Dr. F. Silveira, Universidad de Kansas). Algunas especies fueron determinadas por comparación con ejemplares de la colección del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". En aquellos géneros para los cuales no se contó con suficiente información, para determinar las especies, estas fueron diferenciadas morfológicamente y numeradas de manera progresiva. En particular, para el género *Dialictus*, algunas

especies fueron separadas, considerando a cada sexo como perteneciente a una especie distinta, excepto los casos en que se supiera con certeza el nombre de la especie, esto de acuerdo con Eickwort (com. pers.).

La estimación teórica del número total de especies se hizo aplicando los modelos de acumulación de Clench y de von Bertalanffy (Soberón y Llorente, 1993) usando como unidades de esfuerzo, fechas (días) e individuos acumulados. Los datos se procesaron en el paquete estadístico de cómputo CSS:Statística versión 3.0.

## VII. RESULTADOS

### VII.1 Riqueza melitofaunística

De la revisión de los 858 ejemplares, se obtuvieron 97 especies y 34 géneros de cinco familias, siguiendo la clasificación propuesta por Roig-Alsina y Michener (1993) y Alexander y Michener (1995). Sólo el 36% del total de especies (35 especies), pudo ser determinado asignándole un nombre preciso, el resto recibió un número progresivo dentro del género respectivo. 65 especies (67%) se encuentran representadas por un solo sexo, 47 (48%) por hembras y 18 (19%) por machos. Para 45 especies (46%), se tuvieron registros únicos (Apéndice 1).

Se registraron cuatro especies parásitas (4%) en dos géneros (6%), el resto son colectoras de polen.

De acuerdo con Michener (com. pers.), en la colección revisada hay al menos una especie nueva: *Protandrena n. sp.*

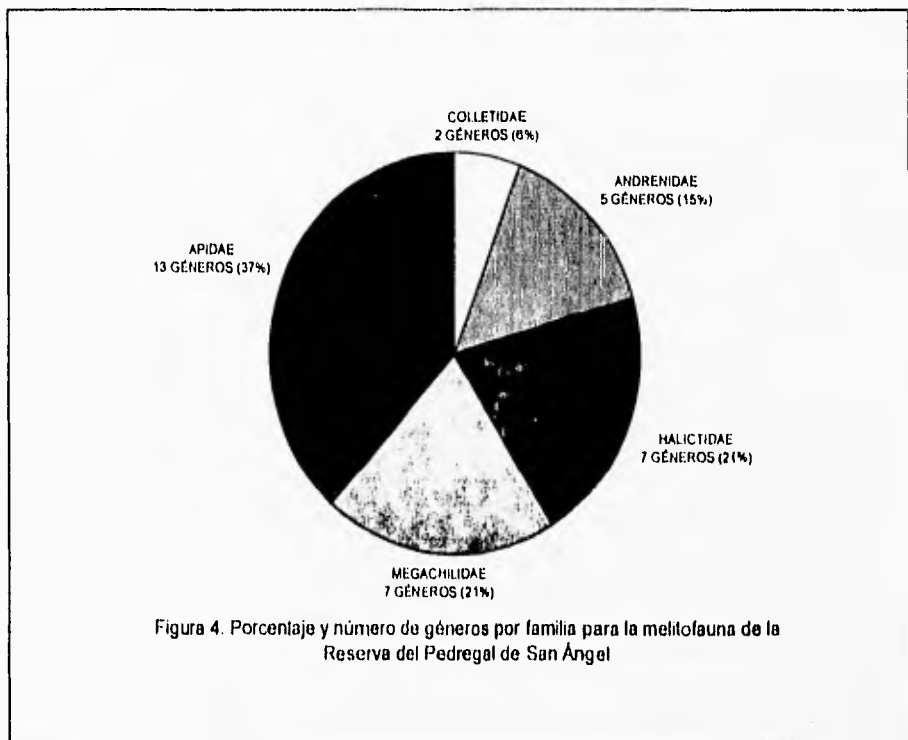
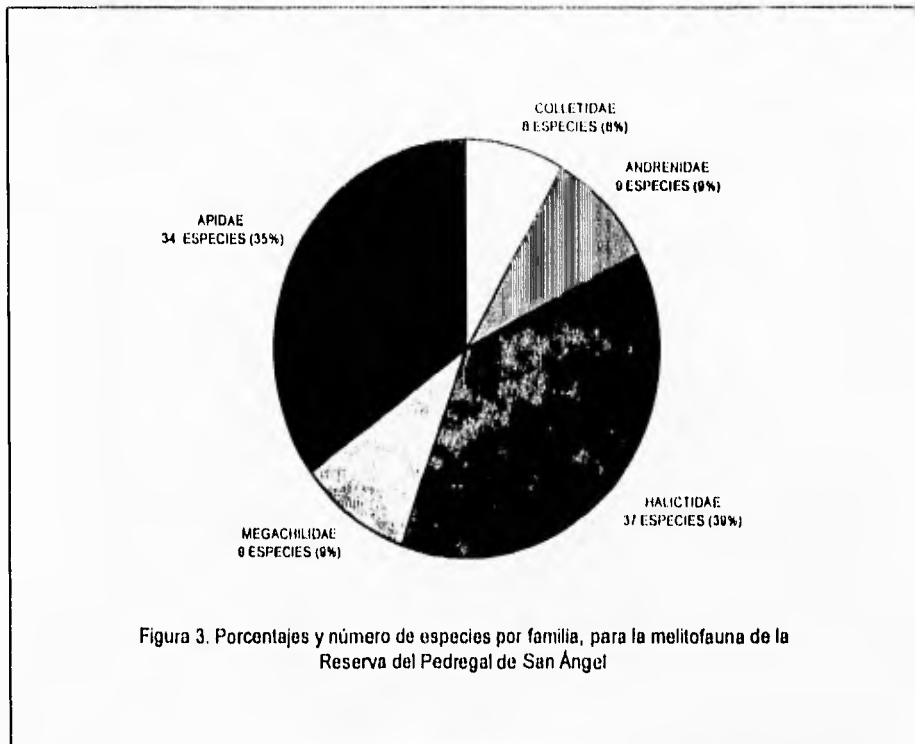
En cuanto al número de especies, las familias mejor representadas son: Halictidae con 37 (39%) y Apidae con 24 (35%); las tres restantes tienen menos de 10 especies cada una, contribuyendo con menos del 26% en conjunto (Figura 3). A nivel genérico, la familia que sobresale es Apidae, con 13 géneros (37% del total), seguida de Halictidae y Megachilidae con siete géneros cada una (21%), Andrenidae con cinco géneros (15%) y Colletidae con sólo dos géneros (6%) (Figura 4).

Los géneros con mayor número de especies son *Dialictus*, con 26 (27%) y *Ceratina*, con 16 (16%) (Figura 5). 11 Géneros (entre dos y cuatro especies por género) contribuyen con 34 especies (35%), mientras los restantes 21 géneros contribuyen con una especie cada uno.

Las especies más abundantes resultaron ser, *Dialictus sp. 01* con 116 individuos (14%), *Apis mellifera* con 103 (12%) y *Ceratina sp. 01* con 94 (11%) (Apéndice 1).

Los géneros con mayor número de individuos son *Dialictus* con 268 (31%), *Ceratina* con 133 (16%) y *Apis* con 103 (12%) (Figura 6).

Las familias mejor representadas en lo que respecta a número de individuos (ejemplares colectados), son Apidae con 359 (42%) y Halictidae con 306 (36%). Las tres restantes suman en conjunto 193 (22%) individuos (Figura 7).





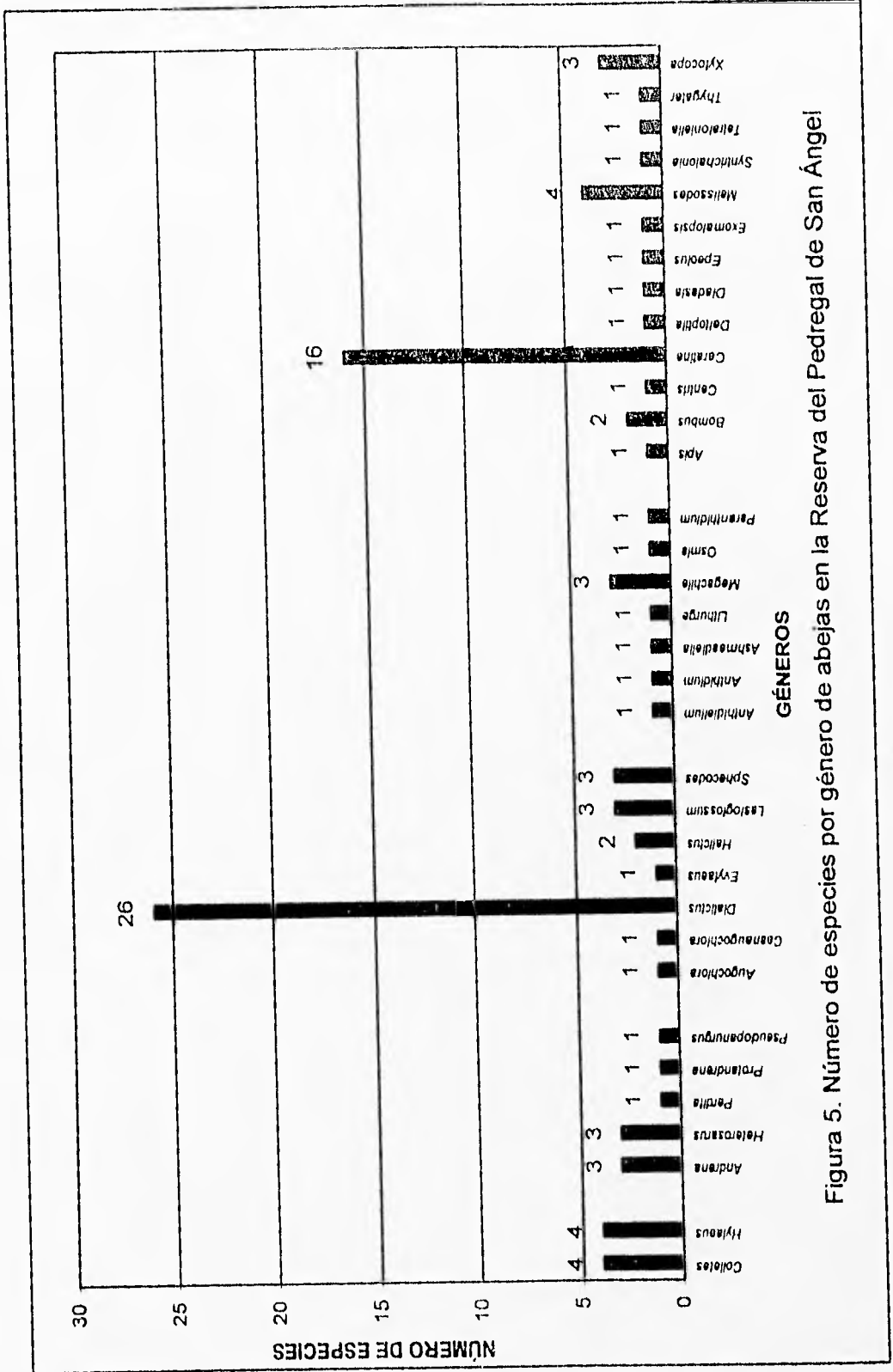


Figura 5. Número de especies por género de abejas en la Reserva del Pedregal de San Ángel

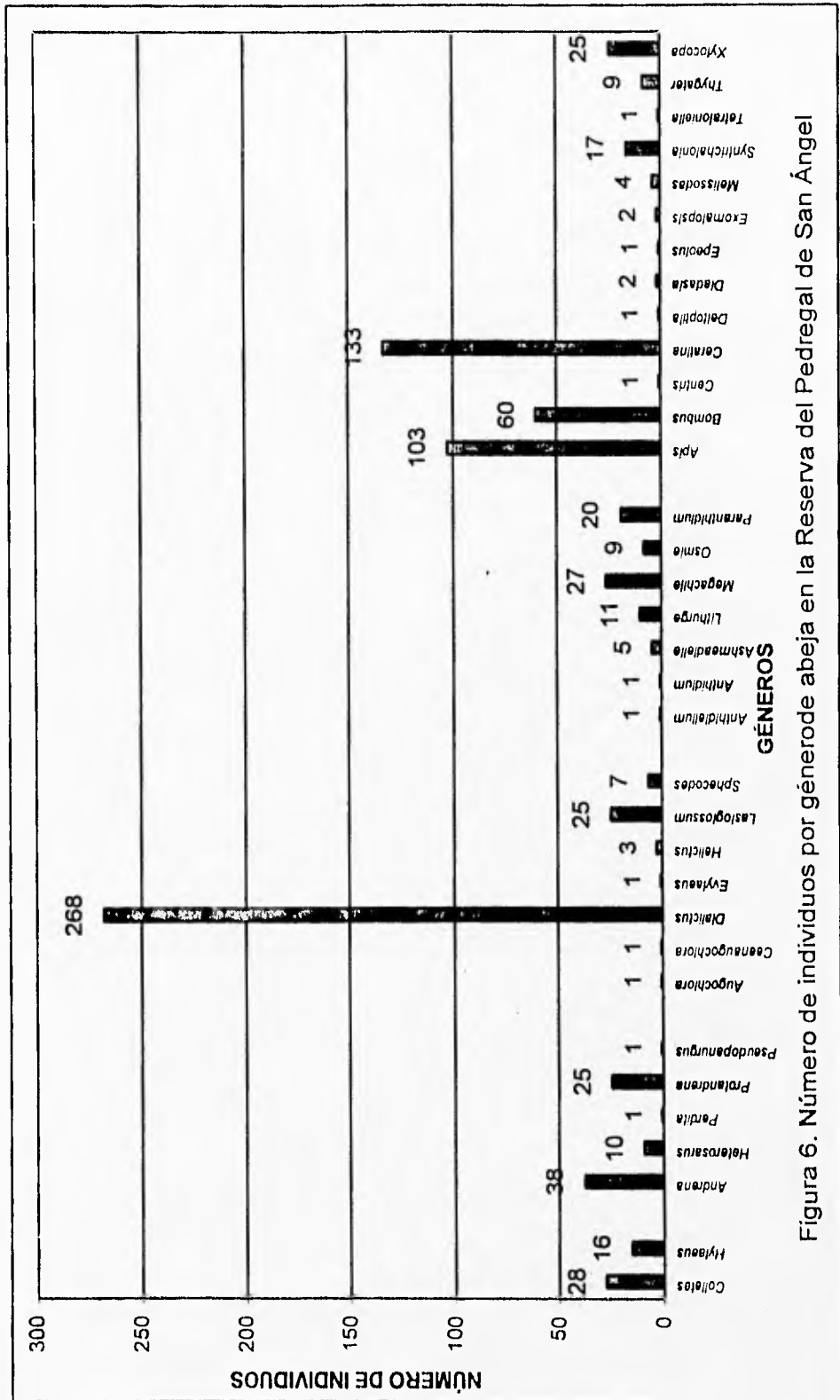
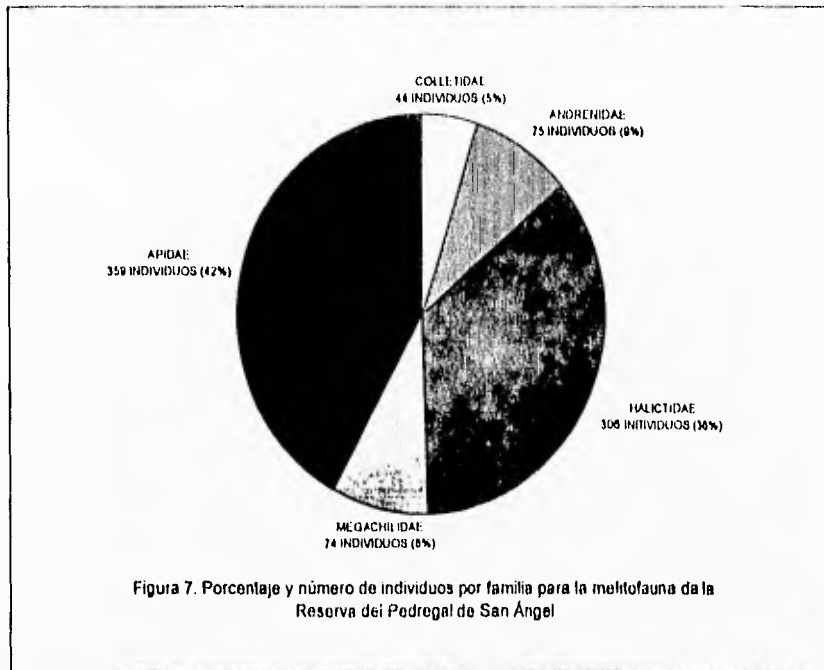
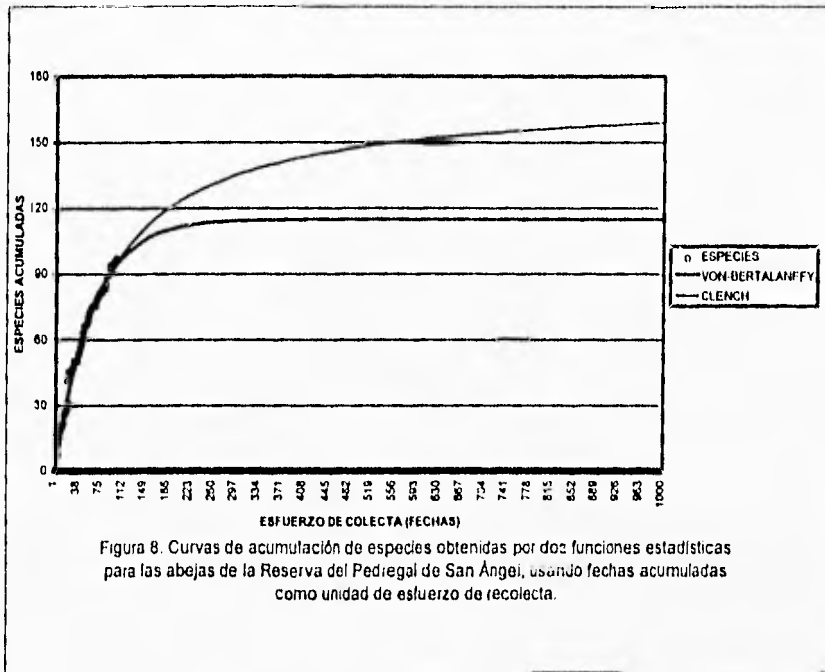


Figura 6. Número de individuos por género de abeja en la Reserva del Pedregal de San Ángel

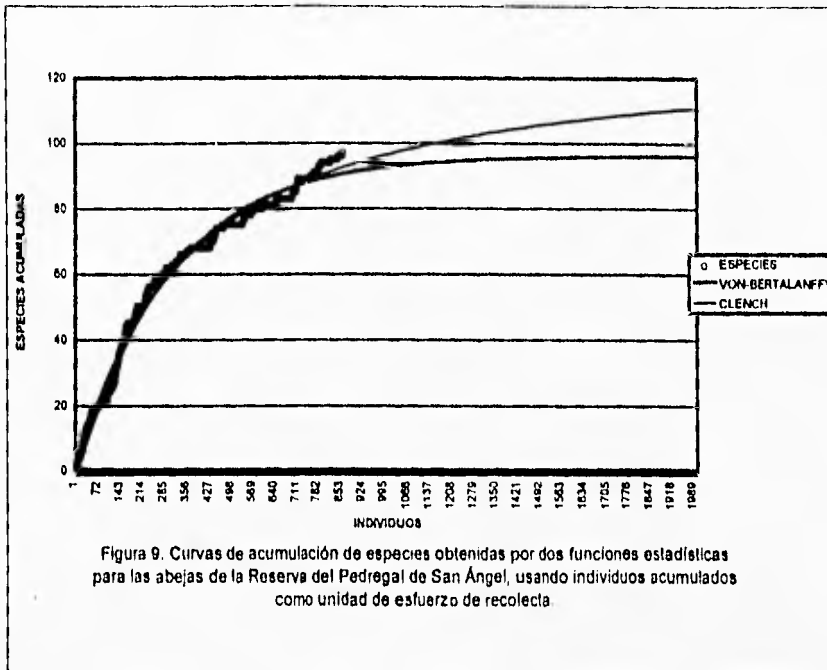


## VII.2 Riqueza estimada por modelos de acumulación

Aplicando los modelos de Clench (1979) y von Bertalanffy (Soberón y Llorente, 1993; León, 1995) (Apéndice 2) y utilizando como unidad de esfuerzo, tanto fechas acumuladas como individuos acumulados, se obtuvieron las curvas de acumulación de especies (Figuras 8 y 9) y los valores teóricos de la estimación de especies de abejas para la Reserva del Pedregal de San Ángel, los cuales se muestran en la Figura 10.



La función de acumulación de Clench indica que en la colección se encuentra representado un 56% de la fauna a nivel específico, si se toman las fechas como unidad de esfuerzo y un 75% si se usan los individuos como unidad de esfuerzo. El modelo de von Bertalanffy, estima un 84% de especies representadas para fechas acumuladas y un 100% para individuos, como unidad de esfuerzo.



| Función de Acumulación | Fechas Acumuladas  |                                   | Individuos Acumulados |                                   |
|------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|                        | Especies Estimadas | Representatividad en la colección | Especies Estimadas    | Representatividad en la colección |
| Clench                 | 172                | 56%                               | 130                   | 75%                               |
| von Bertalanffy        | 115                | 84%                               | 96                    | 100%                              |

Figura 10. Número estimado de especies de abejas para la Reserva del Pedregal de San Ángel por dos funciones de acumulación y dos unidades de esfuerzo. Se muestran los porcentajes de las especies representadas en la colección respecto del estimado.

### **VII.3 Actividad estacional**

El criterio utilizado para designar a las estaciones anuales como seca y húmeda (o lluviosa), se refiere únicamente a factores climáticos, en particular a la precipitación presente en cada mes del año. Más adelante se discute acerca de las estaciones en relación con la fauna.

La composición estacional de la fauna de abejas, puede ser analizada con respecto a la variación en los taxones presentes a lo largo del año, o tomando en cuenta los individuos colectados. A continuación se detalla la información obtenida aplicando estos dos criterios.

#### **VII.3.1 Taxones**

A continuación se presenta un análisis general de la composición estacional de la melitofauna, con relación a las estaciones seca y lluviosa y los meses con mayor y menor riqueza. Más adelante, se describe el comportamiento individual de cada familia de abejas a lo largo del año.

En la época húmeda, que abarca de mayo a octubre, se registra en el pedregal el número más alto de taxones de abejas. En esta época se encontraron 90 especies activas (93%), 63 de ellas (65%), restringidas a la misma (Figura 11). Además, se registraron los 34 géneros, de los cuales 22 (65%) se encontraron activos exclusivamente en esta estación (Figura 12). Todas las familias estuvieron representadas en esta época.

En particular para la época de lluvias, en los meses comprendidos entre junio y agosto se concentran el mayor número de especies, encontrando el máximo en junio (40 especies). Octubre es el mes en que menos especies se recolectaron (20). A nivel genérico, de agosto a octubre son los meses húmedos en que mayor número de taxones fueron recolectados (entre 15 y 16 géneros) y mayo el que menor número de géneros presentó (9). En los meses de julio a septiembre, se recolectaron individuos de todas las familias, mientras que mayo fue el mes húmedo con menos familias presentes (3) (Figura 13).

En la época seca (noviembre-julio) se recolectaron 34 especies (35%), siete de ellas (7%) con distribución temporal limitada a esta estación (Figura 11), 12 géneros (35%) (Figura 12) y al menos una especie por familia se colectaron en dicha época.

Figura 11. Distribución estacional de las especies de abejas en la Reserva del Pedregal de San Ángel.

| FAMILIA                                     | ESPECIE  | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| COLLETIDAE                                  | <i>Colletes</i> sp. 01                             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Colletes</i> sp. 02                             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Colletes</i> sp. 03                             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Colletes</i> sp. 04                             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Hylaeus</i> sp. 01                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Hylaeus</i> sp. 02                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Hylaeus</i> sp. 03                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| ANDRENIDAE                                  | <i>Andrena</i> <i>tegularis</i>                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Andrena</i> sp. 01                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Andrena</i> sp. 02                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Heterosarus</i> <i>asperatus</i>                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Heterosarus</i> <i>mundus</i>                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Heterosarus</i> <i>neomexicanus</i> (Cockerell) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Pardita</i> sp.                                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| HALICTIDAE                                  | <i>Protandrena</i> n. sp.                          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Pseudopanurgus</i> <i>trimaculatus</i>          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Augochlora</i> sp.                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Caenaugochlora</i> sp.                          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> <i>aguilae</i> (Cockerell)        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> <i>cubitalis</i> (Vachal)         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> <i>perdifficilis</i> (Cockerell)  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> <i>pelirellus</i> (Cockerell)     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 01                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 02                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 03                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 04                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 05                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 06                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 07                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 08                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 09                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 10                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 11                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 12                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 13                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 15                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <i>Dialictus</i> sp. 16                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Dialictus</i> sp. 17                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Dialictus</i> sp. 18                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Dialictus</i> sp. 19                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Dialictus</i> sp. 20                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Dialictus</i> sp. 21                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Dialictus</i> sp. 22                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Dialictus</i> sp. 23                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Evyllaeus</i> sp. 02                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Halictus</i> <i>ligatus</i> Say          |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Halictus</i> sp.                         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Lasioglossum</i> <i>argulum</i> McGinley |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Lasioglossum</i> <i>desortum</i> (Smith) |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Lasioglossum</i> <i>jubatum</i> (Vachal) |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Sphacodes</i> sp. 01                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Sphacodes</i> sp. 02                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Sphacodes</i> sp. 03                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

| FAMILIA | ESPECIE | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

|                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| MEGACHILIDAE                        | <i>Anthidiellum hondurasicum</i> (Cockerell) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | <i>Anthidium maculosum</i> Cresson           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | <i>Ashmeadiella aff. boquaerti</i> Cockerell |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | <i>Lithurge littoralis</i> Cockerell         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | <i>Megachile toluca</i> Cresson              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | <i>Megachile zapoteca</i> Cresson            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | <i>Megachile</i> sp. 01                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | <i>Osmia azteca</i> Cresson                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <i>Paranthidium gabbi</i> (Cresson) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| APIDAE  | <i>Apis mellifera</i> L.                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Bombus ephippiatus</i> Say             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Bombus pennsylvanicus sonorus</i> Say  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Centris cockerelli</i> Fox             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina capitosa</i> Smith            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 01                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 02                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 03                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 04                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 05                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 06                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 07                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 08                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 09                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 10                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 11                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 12                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 13                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 14                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Ceratina</i> sp. 15                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Doloptila elephas</i> (Friese)         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Diadasia rinconis</i> Cockerell        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Epeolus aff. australis</i> Mitchell    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Exomalopsis mellipos</i> Cresson       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Melissodes</i> sp. 01                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Melissodes</i> sp. 02                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Melissodes</i> sp. 03                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Melissodes</i> sp. 04                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Syntrichalonia exquisita</i> (Cresson) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Tetraloniella</i> sp.                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Thygalis analis</i> (Lepelletier)      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <i>Xylocopa guatemalensis</i>             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <i>Xylocopa micheneri descipiens</i> Hurd     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <i>Xylocopa tabaniformis azteca</i> (Cresson) |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

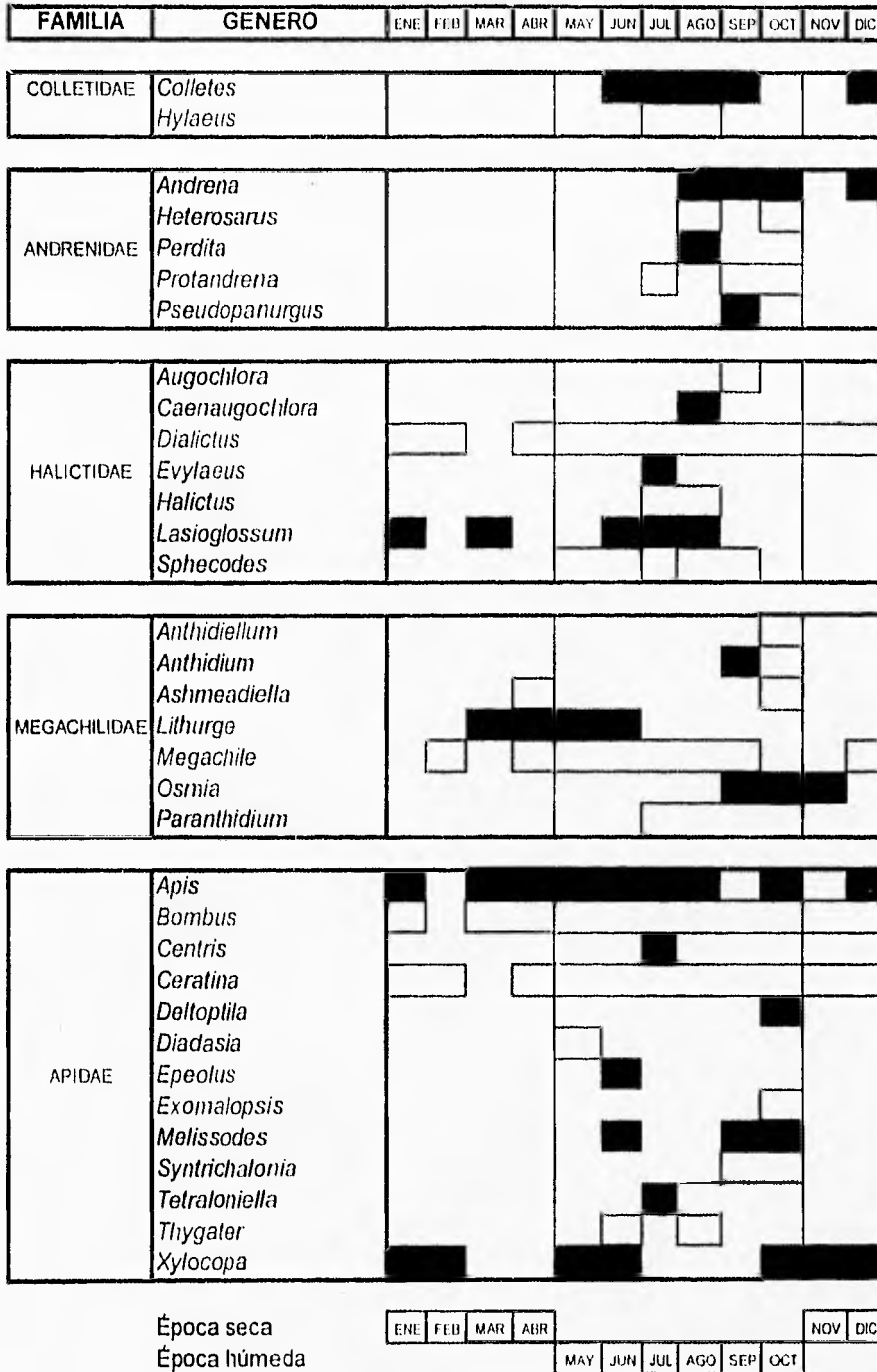
Época seca  
Época húmeda

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

La diferencia de tonalidades en el renglón de cada especie no indica nada, sólo sirve para discriminar especies contiguas.

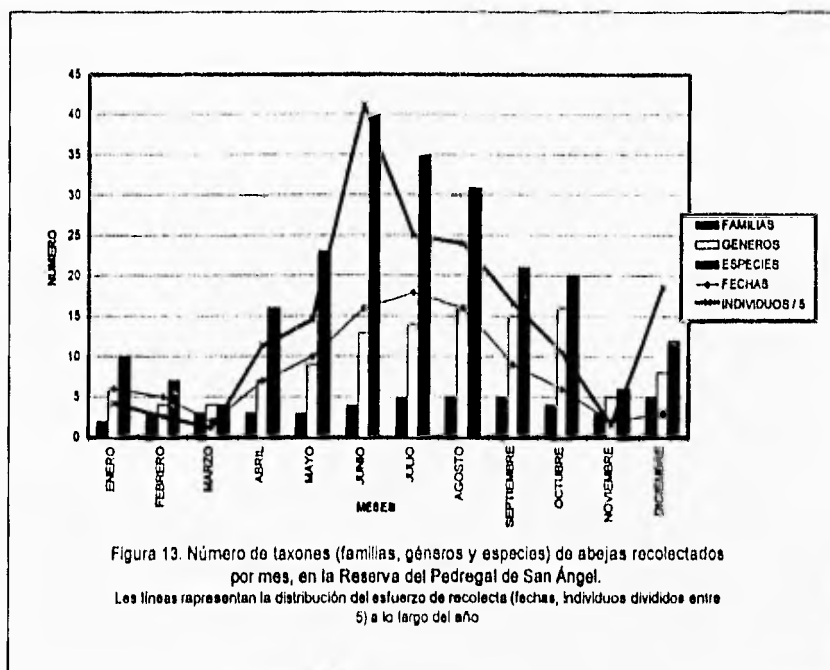


Figura 12. Distribución estacional de los géneros de abejas en la Reserva del Pedregal de San Ángel.



La diferencia colores (negro o blanco) en el renglón de cada género no indica nada, sólo sirve para discriminar entre géneros contiguos.

El mes más rico en especies en la estación seca fue abril, con 16. El mes en el que menos especies se recolectaron fue marzo, con cuatro. Diciembre fue el mes con más géneros presentes (ocho), encontrándose en febrero y marzo el menor número de taxones genéricos (cuatro). En diciembre se presentaron todas las familias, mientras que en enero, se presentaron sólo dos (Halictidae y Apidae) (Figura 13).



Cada familia presenta un patrón de actividad estacional particular, que a continuación se enlista de manera general.

Las familias Colletidae y Andrenidae, parecen estar restringidas a la estación húmeda. Se sostiene lo anterior, dado que Colletidae registró únicamente dos especies y un género para la época seca, mientras que en la época húmeda se colectaron ejemplares pertenecientes a las ocho especies encontradas para esta familia en sus dos géneros. Para Andrenidae, se encontró una especie y un género en la estación seca y para los meses húmedos, cinco géneros y nueve especies. En el caso de las dos familias, los registros para la época seca se restringen al inicio de dicha estación y ningún género ni especie son exclusivos de la época seca (Figuras 11 y 12).

Las tres familias restantes se encuentran distribuidas en ambas estaciones, aunque el número de taxones siempre es mayor en la época húmeda (Figura 11 y 12).

Halictidae presenta un comportamiento peculiar. Dicha familia presenta el menor porcentaje de ejemplares colectados en la época seca (11%) respecto de su total y en comparación con las otras familias, el cual es menor que para Colletidae y Andrenidae (27% y 19%, respectivamente). A pesar de esto, Halictidae registró 15 especies en dos géneros, cuatro de las especies fueron recolectadas exclusivamente en la estación seca. Para la estación húmeda, se presentan 33 especies y siete géneros.

Megachilidae registró cinco especies, en cuatro géneros en la época seca y el total de sus nueve especies, en sus siete géneros para la época húmeda.

Apidae, por último, presentó 11 especies en cuatro géneros en la estación seca y 31 especies en 13 géneros en la época lluviosa.

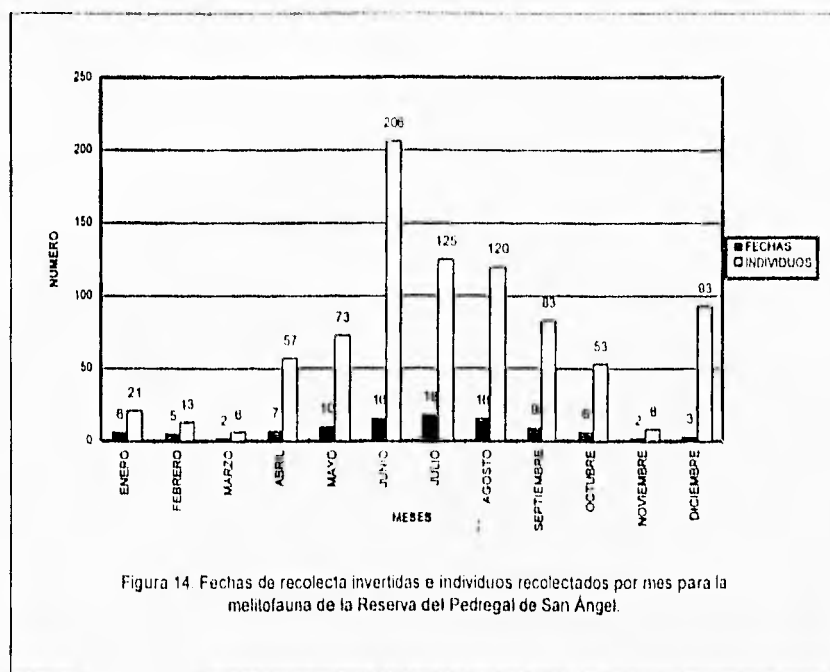
### **VII.3.2 Individuos**

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en cuanto a número de individuos durante las estaciones anuales (húmeda y seca) en el Pedregal, aunque debido al sesgo en cuanto al esfuerzo de recolecta, el cual se acumula en un 75% en la época de lluvias, el comportamiento estacional de cada familia puede ser mejor entendido con base en el número de taxones (sobre todo géneros) presentes en cada época.

El 77% (660) de los individuos fueron recolectados en la época húmeda, que cubre los meses de mayo a octubre. En la época seca (noviembre-julio) sólo se recolectó el 23% (198) de los individuos revisados (Figura 14).

Se encontró que el 53% de los ejemplares fueron recolectados entre los meses de junio a agosto, en los que a su vez se concentra el 50% de un total de 100 fechas de colecta.

Para el 80% de las especies (78), se recolectaron ejemplares entre uno a tres meses, para el 16% (15), de 4 a 6 meses y sólo un 4% de 7 a 12 meses, siendo *Ceratina sp. 1* la especie que más registros mensuales presenta (10 meses). Asimismo, el 65% de los géneros (22) tuvo registros de 1 a 3 meses, el 17% (6) de 4 a 6 meses, un 9% de 7 a 9 meses, lo mismo que otro 9% (*Dialictus*, *Bombus* y *Ceratina*) se registraron presentes durante 11 meses cada uno.



El porcentaje de individuos recolectados en la época seca, respecto del total para cada género, es menor al de ejemplares recolectados para la época de lluvias, en la mayoría de los taxones genéricos (30). Sólo cuatro, *Lithurge*, *Megachile*, *Xylocopa* y *Ashmeadiella*, presentan un mayor porcentaje de individuos en la época seca (18, 33, 36 y 40%, respectivamente).

El porcentaje, de individuos en época seca, para cada familia, nunca es mayor al de ejemplares registrados en la época húmeda. El menor porcentaje de individuos para la estación seca, lo presenta Halictidae con 11% y el mayor Megachilidae con 42%.

#### VII.4 Relaciones con la flora

En 639 de los ejemplares revisados, se pudo conocer al menos la familia de planta sobre la que fueron recolectados, de ahí se extrajo una lista de 62 especies de plantas con flores, pertenecientes a 24 familias (Apéndice 3). Algunas de ellas no forman parte de la comunidad vegetal de *Senecionetum praecoccis*, pues las recolectas en ocasiones se efectuaron en terrenos del Jardín Botánico Exterior, donde se mantienen plantas no nativas del Pedregal con diversos orígenes.

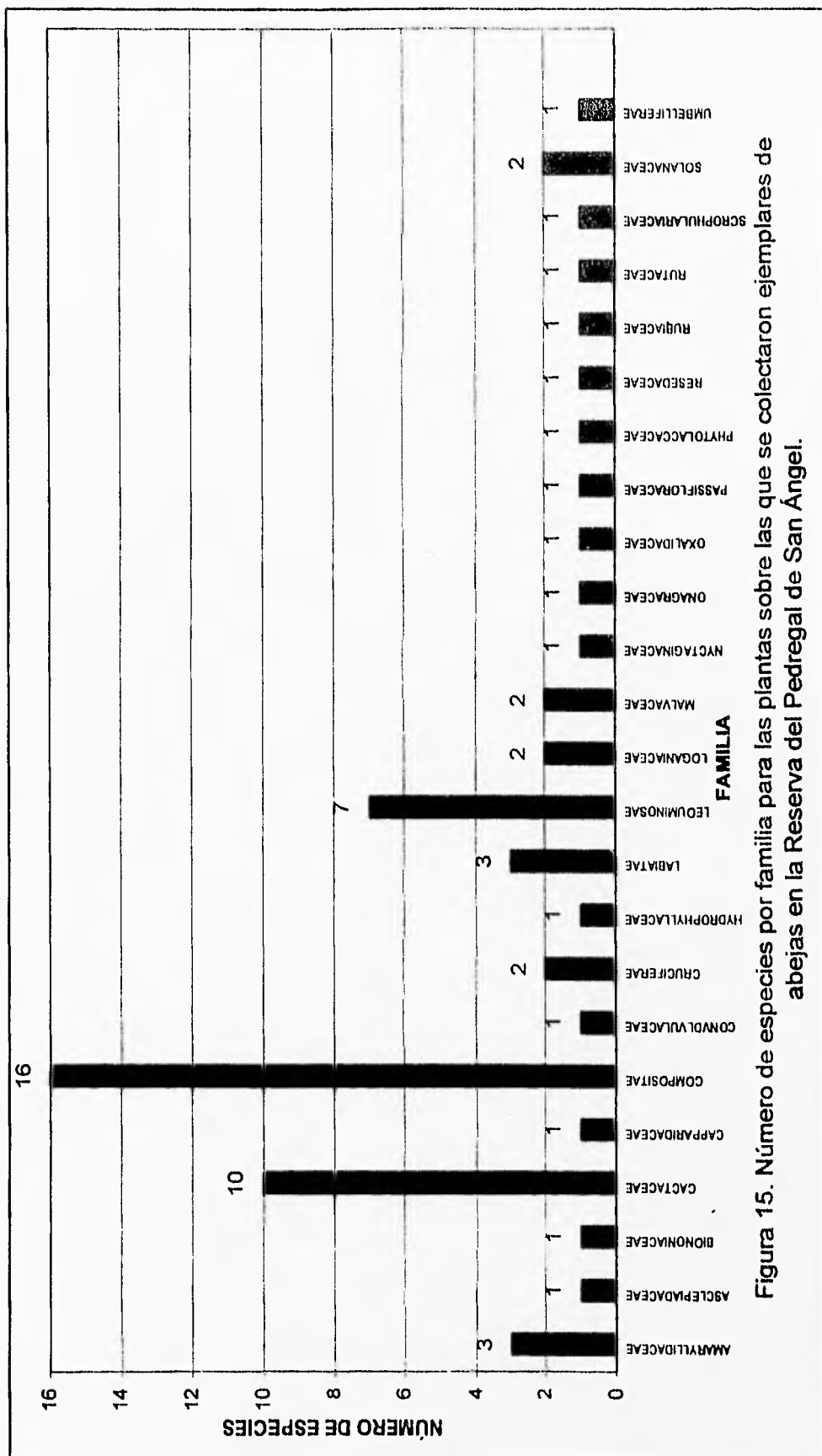


Figura 15. Número de especies por familia para las plantas sobre las que se colectaron ejemplares de abejas en la Reserva del Pedregal de San Ángel.

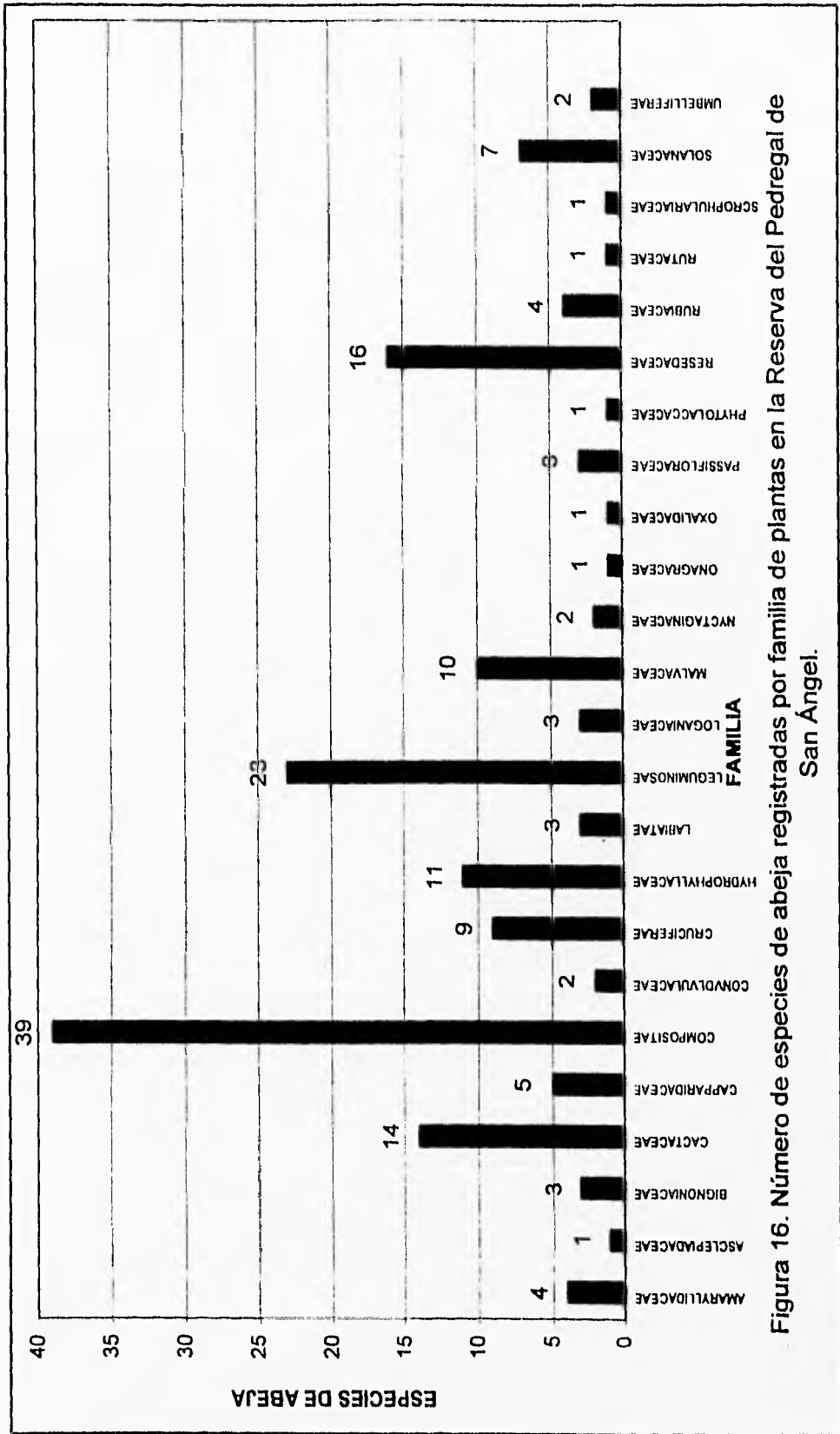


Figura 16. Número de especies de abeja registradas por familia de plantas en la Reserva del Pedregal de San Ángel.

Las especies de plantas sobre las que fueron recolectados más ejemplares, fueron *Dahlia coccinea*, *Reseda luteola* y *Verbosina virgata*, con 64, 63 y 62 registros, respectivamente. *Reseda luteola* y *Dahlia coccinea* fueron a su vez, las plantas sobre las que se registró un mayor número de especies (16 y 14). *Tithonia tubaeformis* y *Viguiera sp.*, registraron más géneros recolectados sobre ellas (9 y 11).

El 26% de las especies de plantas (16) pertenecen a la familia Compositae (Figura 15). De igual modo, el 44% de los ejemplares (280) con registro de especie de planta sobre la que se recolectaron, fueron hallados sobre esta misma familia. También Compositae fue la familia sobre cuyas especies se recolectaron más taxones (especies y géneros) de abejas (39 y 16, respectivamente). Otras familias de plantas importantes, por el número de taxones de abejas que fueron recolectados sobre ellas, fueron Leguminosae (23 especies), Resedaceae (16 especies) y Cactaceae (14 especies) (Figura 16).

Por otro lado, *Dialictus sp. 01* fue la especie de abeja cuyos ejemplares fueron recolectados sobre más especies de plantas (24), lo cual coincide con lo encontrado para el género *Dialictus*, que fue colectado sobre 42 especies de plantas, pertenecientes a 17 familias diferentes. *Ceratina* (25), *Apis* (15), *Bombus* (13) y *Lasioglossum* (12), también muestran un número importante de especies de plantas visitadas (Información en el Apéndice 3).

## VII.5 Observaciones adicionales

Durante las visitas de campo realizadas por el autor, pudo observarse la presencia, a lo largo de prácticamente todo el año, de *Apis mellifera*. La productividad de esta especie fue evaluada previamente durante un año, en un curso de Biología de Campo impartido por la Facultad de Ciencias (Arteaga y Cid, 1991), en el que el autor participó. La Reserva del Pedregal proporciona recursos suficientes y abundantes para la presencia exitosa de *A. mellifera*, a lo largo del año, con buena producción apícola. Durante dicho trabajo, se manejaron colonias establecidas en cajones de *A. mellifera ligustica* (abeja melífera 'italiana'), además se observaron colonias silvestres y la presencia de numerosos enjambres, algunos muy probablemente de *A. mellifera scutellata* (abeja melífera 'africanizada').

El autor pudo observar que un buen número de obreras de *A. mellifera*, que visitaban las flores de *Eucalyptus resinifera* Smith (introducidos en la reserva en 1951 de acuerdo con Segura y Martínez (1994)), perecían en las cercanías de dichos árboles y antes de morir, se comportaban como si estuvieran

'narcotizadas'. El mismo efecto pudo observarse en algunos individuos de *Bombus pennsylvanicus* y *B. ephippiatus*.

También se localizaron colonias sociales de *Dialictus petrellus* anidando en el suelo, en terrenos del Jardín Botánico Exterior.

Por otro lado, se tiene documentado el ciclo de vida de *Lithurge littoralis*, abeja oligoléctica, en flores del género *Opuntia*, dentro de la reserva (Yáñez, com. pers.).



## VIII. DISCUSIÓN

Primero que nada se debe recalcar la importancia que tiene la realización de trabajos de índole faunística, sobre todo considerando la condición de México como centro importante en cuanto a biodiversidad. En adición, la región 'Madreana' (zonas áridas y semiáridas entre México y Estados Unidos) es la más rica en cuanto a su fauna de abejas, a nivel mundial (Michener, 1979; Ayala *et al.* 1993).

La fauna reconocida en este trabajo muestra el poco conocimiento que se tiene en México de la fauna de abejas, lo que se refleja directamente en el alto porcentaje de especies (64%) a las que se les asignó un número por no poder ser determinadas con precisión.

Al trabajar con ejemplares en su mayoría pertenecientes a una colección, se pierde bastante información acerca del o los métodos utilizados para la recolecta de los ejemplares. En este caso, aunque el autor pudo participar circunstancialmente en algunos de los muestreos de campo, la mayoría de los ejemplares fueron recolectados sin tomar en cuenta sistematización alguna. En términos de lo mencionado por Silveira y Godínez (1996), la mayoría de las colectas que sirvieron para conformar la colección de abejas del Pedregal de San Ángel, fueron 'colectas casuales', o lo que es lo mismo, no se siguieron trayectos determinados con anticipación, no se cubrió un tiempo uniforme y regular de recolecta a lo largo del día ni el esfuerzo de colecta se distribuyó uniformemente a lo largo de las estaciones del año. La revisión de los datos de recolecta indica que los muestreos obedecían más al calendario laboral de actividades de la UNAM (en épocas de vacaciones no existían registros), que a un trabajo planeado sistemáticamente. Además, la participación de estudiantes poco o recién involucrados en trabajo de campo con el grupo bajo estudio, añade un tanto más de incertidumbre. Esto último se puede ejemplificar con el alto número de ejemplares de *Apis mellifera* (103) que fueron recolectados y montados en alfiler, sobre todo por las estudiantes del grupo de Biología de Campo. *A. mellifera* es una abeja fácil de reconocer en el campo; al ser una especie introducida y bastante estudiada, suele descartarse su captura en levantamientos faunísticos (aunque en opinión de Silveira y Godínez, (1996) esto quizá no sea del todo correcto), por lo que sólo colectores con poca experiencia la capturarán.

La irregularidad de las estrategias utilizadas en la formación de la colección trabajada, hace poco práctica la comparación de los resultados obtenidos aquí, con los de otras localidades. Además, las faunas de abejas de dos o más áreas o localidades en nuestro país son difíciles de comparar, desde el punto de vista de

las especies presentes en ellas, a menos que se puedan comparar directamente los ejemplares de las especies encontradas para las localidades involucradas.

Sin embargo, los datos obtenidos aquí sirven como una base bastante amplia para reconocer la fauna de abejas y su comportamiento estacional.

La superficie de la Reserva del Pedregal de San Ángel es en realidad pequeña, además de ser una comunidad aislada y sometida a una constante y creciente presión urbana. A pesar de ello, el número de especies de abejas obtenido en este trabajo (97) se considera alto, en comparación con las 165 especies citadas por Ayala (1993) para la provincia biótica en que se ubica la Reserva del Pedregal de San Ángel (Provincia del Eje Volcánico Transversal). Las condiciones respecto de la riqueza biológica de México (por lo 'estratégico' de su posición geográfica y su variada topografía), aunadas a las particularidades en cuanto a la variación microambiental en el Pedregal y la consecuente riqueza florística que en él se desarrolla, seguramente son la causa del alto número de especies encontradas en este trabajo.

El porcentaje tan alto de especies que no pudieron ser determinadas y sólo fueron separadas dentro de cada género, refleja, como se mencionó, el grado de desconocimiento que se tiene de la melitofauna mexicana. Por otro lado, algunos géneros, que en este trabajo resultaron ser muy ricos en especies, como *Dialictus* y *Ceratina*, son grupos sobre los que se conoce poco (y este desconocimiento se acentúa en nuestro país) y en consecuencia, su determinación taxonómica, en consecuencia es particularmente difícil abajo del nivel de género. *Dialictus* es en particular, un género con un gran número de especies, cuyo tratamiento, como se señaló antes, debe hacerse separando los sexos de organismos que aunque morfológicamente parezcan muy similares, no se pueden considerar como la misma especie si no se tiene la certeza de ello al haberlos recolectado, por ejemplo en cortejo o cópula o al ser determinados por especialistas. La gran riqueza de estos géneros, incide directamente sobre el porcentaje de especies cuyo nombre no pudo ser conocido. Si se omiten las especies sin nombre de estos dos géneros, resulta que casi el 60% de los nombres a nivel específico se conocerían para la zona. La situación de *Dialictus* tiene también influencia, sobre el número de especies basadas únicamente en la presencia de individuos de un sexo, por la situación mencionada arriba.

La familia Halictidae es predominante en la mayoría de las regiones templadas Holárticas y Neotropicales y la familia Apidae suele destacar en los trópicos húmedos (Sakagami y Fukuda, 1973). Lo anterior, explica de algún modo, la predominancia de ambas familias en el presente estudio, pues la reserva,

presenta una mezcla de condiciones microambientales, además de encontrarse en la parte central del país, donde se sobrelapan las biotas neártica y neotropical.

En lo referente a los modelos de acumulación de especies y su uso como herramientas predictivas, León (1995) menciona que tratándose de colecciones de museos, estos modelos deben ser tomados, únicamente como auxiliares. Sin embargo, indica la posibilidad de aplicación, con las reservas del caso, de alguna de las funciones estadísticas. En cualquier caso, los valores obtenidos por dichos modelos estadísticos, dan una idea de la riqueza específica del área. El modelo de von Bertalanffy se adapta al menos en dos aspectos al presente trabajo. La reserva del Pedregal de San Ángel tiene una superficie pequeña, en cuyo caso es recomendable la aplicación de una función predictiva conservadora como la de von Bertalanffy (León, com. pers.). La misma función de acumulación es más conveniente en conjuntos de datos sacados de colecciones de museos, como el aquí tratado. Por tanto, la estimación por el modelo de Clench (el cual tiene aplicación en trabajos más extensos por área y tiempo de muestreo), es en este caso, comparativa. Las unidades de esfuerzo utilizadas en este trabajo, fechas e individuos, otorga variación en los números de especies estimadas, pero aun si se toma el valor obtenido para la función de von Bertalanffy, con fechas como unidad de esfuerzo, que corresponde a la estimación menos conservadora y descartando lo estimado por la función de Clench (por las razones mencionadas arriba), el porcentaje de especies que se estima representado en la colección para el área (85%), es alto.

Soberón *et al.* (1991), de acuerdo con su estimación, por comparación en cuanto a las relaciones de número de especies observadas en otras regiones entre lepidópteros e himenópteros, estima 300 especies de estos últimos, presentes en el pedregal. De este modo, las abejas del presente trabajo, corresponden a la tercera parte de la estimación de dichos autores para todo el orden Hymenoptera, el 67% restante correspondería a todos los otros grupos de himenópteros (avispas y hormigas, entre otros).

En relación con el comportamiento estacional que muestran los ejemplares de la colección, también existen algunos inconvenientes. El sesgo en cuanto a la irregular distribución del esfuerzo de colecta, es un factor que incide directamente en los resultados obtenidos. De acuerdo con Wolda (1988), la estacionalidad de un fenómeno, expresa la fenología del mismo y el grado en el que ésta es estacional. La fenología describe la distribución temporal del fenómeno. En este sentido, dicho autor puntualiza que la interpretación estacional que pueda ser extraída de muestreos faunísticos, debería cubrir ciclos anuales de repetición. Es decir, que datos extraídos de colectas que cubran sólo un año, no garantizan información del todo confiable. Asimismo, deberían recolectarse lo mismo estados

adultos, que inmaduros. En el presente caso, existen datos de más de un año (de 1989 a 1994), aunque las recolectas se concentran preferentemente en 1989, 1990 y 1992. En este sentido, la distribución estacional se explica mejor comparando los resultados obtenidos para los taxones de abejas, con la estacionalidad del área y lo observado para las abejas en otros trabajos.

Dada la estrecha relación de la flora con la fauna de abejas, los patrones de abundancia y distribución estacional de las especies de plantas con flor, influyen directamente sobre los de la melitofauna. En el Pedregal, los meses con un máximo de especies en floración corresponden a septiembre y octubre (Meave *et al.*, 1994). El análisis del comportamiento de la melitofauna a nivel especie, muestra sin embargo, mayor riqueza en los meses de julio a agosto. Aunque en el área se presentan especies vegetales con flor a lo largo de todo el año y en épocas en que la riqueza es baja, el número de individuos puede ser alto, cabría esperar que septiembre y octubre, fueran a su vez los meses con más especies de abejas. El corrimiento de estos picos de riqueza, es en gran parte influenciado por la desigual distribución del esfuerzo de recolecta, el cual se acumula principalmente entre junio y agosto (Figura 14). La cantidad de individuos y especies del género *Dialictus* colectados en estos meses (junio-agosto), influye directamente sobre el alto número de especies registrado, lo cual resulta interesante dado el difícil tratamiento sistemático de dicho género en cuanto a sus especies.

Lo anterior, no significa que entre junio y agosto deba presentarse un número menor de especies, sino que seguramente muchas de las que están presentes en estos meses, también deben encontrarse en los siguientes de la época de lluvias (septiembre y octubre), aumentando en número las especies encontradas en esos meses.

Observando la Figura 13, parece claro que la estacionalidad de las abejas, interpretada por el número de individuos o de especies recolectadas, es más bien el reflejo de la aplicación del esfuerzo de colecta. Pero a nivel de género, esto no se cumple. La cantidad de géneros registrados en los distintos meses, concuerda, en cierto modo con lo que se espera que suceda, es decir un mayor número de taxones al final de la época húmeda, cuando los recursos florales se encuentran en su máximo (Meave *et al.*, 1994). Si ponemos nuevamente en consideración los problemas taxonómicos abajo de género, podríamos proponer que en este caso, es mejor considerar el comportamiento estacional de la melitofauna a nivel género. Considerando lo anterior, si el esfuerzo de recolecta fuera equitativo en todas las épocas del año, cabría proponer que aunque todo el año se presenten especies con flor, el mayor número de taxones se presentará en los meses finales

de la época lluviosa, coincidiendo con el máximo de especies vegetales en floración.

Considerando las ideas de Wolda (1988), con relación a que una estación o temporada en estudios fenológicos, debe referirse al comportamiento del grupo en estudio y no a las estaciones definidas climáticamente y utilizando a los géneros de abejas como base del planteamiento, la temporada de abejas en la Reserva del Pedregal de San Ángel, presenta su máximo durante los meses de septiembre y octubre.

Godínez (1991) encontró un patrón fenológico para una localidad en el Estado de Guanajuato, con bosque espinoso, en el que el mayor número de taxones se presenta en septiembre y octubre. Aunque en dicha localidad se presenta un tipo de vegetación distinto al del pedregal, la estacionalidad de ambas es muy similar, por lo que cabría esperar cierta similitud respecto de la fenología. Otros patrones similares para papilionoideos, insectos que también dependen (al menos los organismos adultos), de los recursos florales han sido registrados para distintas localidades en el Valle de México (Luis, 1987; Bizuet, 1993). Asimismo, Luis *et al.* (1991) describen la fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez, Oaxaca, encontrando también el mayor número de taxones (en este caso especies), en septiembre y octubre.

En cuanto al esquema general de actividad estacional de las familias de abejas en el Pedregal, éste concuerda en gran parte con lo observado por Godínez (1993) para su localidad en el Estado de Guanajuato. En dicho trabajo, al igual que en el presente, las familias Colletidae y Andrenidae se encuentran casi exclusivamente en la época de lluvias.

La flora registrada en los ejemplares de la colección, muestra predominancia de la familia Compositae, en cuanto a taxones visitados por abejas, así como en cuanto a número de individuos recolectados sobre plantas de esta familia. Las compuestas son las plantas con mayor número de especies en los listados más recientes para el pedregal (Valiente-Banuet y de Luna, 1990) y de las que presentan mayor espectro de floración a lo largo del año, así como las que son más abundantes en la época de mayor floración (húmeda), en la Reserva (Meave *et al.*, 1994). Es por tanto, consistente esperar que estas plantas sean las más frecuentemente visitadas por las abejas. Las Compositae, fueron también la familia de plantas más frecuentada por la melitofauna estudiada por Godínez (1991), en Guanajuato y por los Papilionoidea en la Cañada de los Dinamos (Luis, 1987).

En relación con las abejas que más plantas visitaron, que en este caso fue *Dialictus sp. 01*, a nivel específico y *Dialictus* a nivel genérico, esto se explica por la abundancia y diversidad de estos taxones. Aquí puede mencionarse, que las especies de abejas que presentan un comportamiento social suelen ser menos selectivas (poliléticas) con las especies de flores que visitan, mientras que las especies solitarias recolectoras de polen, son las que suelen mostrar relaciones más restringidas (monoléticas, oligoléticas) con la flora respecto del número de especies de plantas que visitan (Michener, 1979; Linsley *et al.*, 1952). Además de *Apis* y *Bombus*, géneros cuyas especies presentan eusocialidad *Lasioglossum* y *Dialictus*, tienen especies que desarrollan distintos grados de comportamiento social. Al menos *Dialictus petrellus* y *Dialictus sp. 01*, parecen ser especies sociales en este género para el pedregal. La primera fue observada por el autor en nidos sociales y la segunda, se piensa que puede ser social, por el número de individuos representados y la intergradación de tamaños, que puede ser evidencia de castas. Si es así, *Dialictus sp. 01*, se justifica además de su abundancia, el que visite una flora variada.

La presencia de especies vegetales agresivas introducidas en la reserva (*Eucalyptus resinifera*), debe tener alguna consecuencia para la fauna que explota recursos florales. Lo observado para *Apis mellifera* y las especies de *Bombus*, seguramente afecta por igual a otras especies de abeja, que lleguen a tomar néctar de dichas plantas.

En general cabe resaltar la información que puede rescatarse de la colección, lo cual debe subrayarse por encima de los problemas metodológicos y teóricos. El intentar aplicar modelos estadísticos cuya premisa indica que la recolección de ejemplares en una localidad debe hacerse teniendo en cuenta el tipo de modelo de acumulación que se usará y la unidad de esfuerzo en que este se basará, no impide sin embargo, que pueda extraerse información de este tipo, de una colección previamente formada, siempre y cuando se tenga toda la información respecto de los métodos utilizados en su formación. Para la fauna de abejas en el área, resalta como se mencionó arriba, el alto número de especies que sin embargo, por el alto porcentaje de las que no se les pudo asignar algún nombre, reflejan la necesidad de estudio que tiene la melitofauna de México.

## LITERATURA CITADA

- Alexander, B.A. y C.D. Michener. 1995. Phylogenetic Studies of the families of short-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). *University of Kansas Science Bulletin*, 55(11): 377-424.
- Álvarez, S. F., J. Carabias, J. Meave, P. Moreno, D. Nava, F. Rodríguez, C. Tovar y A. Valiente. 1986. Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Ángel. *Cuadernos de Ecología No. 1*. Fac de Ciencias, UNAM.
- Arteaga, M.A. y Cid, F. 1991. Estudio Comparativo de Manejo y Producción con Abejas Mellíferas Europeas (*Apis mellifera ligustica* Spin.) y Abejas Mellíferas Africanas (*Apis mellifera scutellata* Lep.). *Reporte de Biología de Campo*, Facultad de Ciencias, UNAM. 79 pp.
- Ayala, R. 1984. Observaciones de la biología de *Xylocopa tabaniformis azteca* Cresson (Hymenoptera: Anthophoridae). *Tesis Profesional*, Facultad de Ciencias, UNAM. 68 pp.
- Ayala, R. 1988. Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomol. Mex.*, 77: 395-493.
- Ayala, R., T. L. Griswold, S. H. Bullock. 1993. *The Native Bees of Mexico*. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, J. Fa (Eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York. pp 179-227.
- Bizuet, B.Y. 1993. Distribución local y Estacional de los Papilionoidea (Lepidoptera) en el Parque Nacional "El Chico" en el Estado de Hidalgo. *Tesis Profesional*, Facultad de Ciencias, UNAM. 70 pp.
- Brumley, R.L. 1965. A revision of the bee genus *Epeolus* Latreille of western America north of Mexico. *Tesis de Maestría*. Utah State University, Logan, Utah. 92 pp.
- Cano-Santana, Z. 1987. Ecología de la Relación Entre *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae) y sus Herbívoros en el Pedregal de San Ángel, D.F. (México). *Tesis Profesional*, Facultad de Ciencias, UNAM. 157 pp.
- Cid, F. 1990. Caracterización de la Apicultura en Actopan, Veracruz. *Tesis Profesional*, Facultad de Ciencias, UNAM. 39 pp.

- Clench, H. K. 1979. How to Make Regional Lists of Butterflies: some thoughts. *Jour. Lep. Soc.*, 33(4): 215-231.
- Cockerell, A. D. T. 1899. *Catálogo de las Abejas de México*. Biblioteca Agrícola de la Secretaría de Fomento de México.
- Enciso, S. 1979. Las Lavas del Pedregal de San Ángel. *Ciencia y Desarrollo*. (25):89-93.
- Finnamore, A.T. y C.D. Michener. 1993. *Chapter 9 Superfamily Apoidea*. In: Goulet, H. y J.T. Huber (Eds.). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Research Branch Agriculture Canada Publication. Canada. pp 279.
- García, E. 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México. 252 pp.
- Godínez, L. M. 1991. Algunos Aspectos de la Fenología de las Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de San Gregorio, Guanajuato. *Tesis Profesional*, Facultad de Ciencias, UNAM. 50 pp.
- Graham, A. 1993. *Historical Factors and Biological Diversity in Mexico*. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, J. Fa (Eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York. pp. 109-127.
- LaBerge, W.E. 1967. A revision of the bees of the genus *Andrena* of the western hemisphere. Part I. *Callandrena*. *Bulletin of The University of Nebraska State Museum*, 7:1-316.
- LaBerge, W.E. 1986. A revision of the bees of the genus *Andrena* of the western hemisphere. Part XI. Minor subgenera and subgeneric key. *Transactions of the American Entomological Society*, 111: 441-567.
- Labougle, J.M. 1990. *Bombus of Mexico and Central America*. *University of Kansas Science Bulletin*, 54(3): 35-73.
- León, J. 1995. Curvas de Acumulación y Modelos Empíricos de Riqueza Específica: Los Sphingidae (Insecta: Lepidoptera) de México Como un Modelo de Estudio. *Tesis de Maestría*, Facultad de Ciencias, UNAM. 77 pp.
- Linsley, E. G., J. W. McSwain y R. F. Smith. 1952. Outline for Ecological Life Stories of Solitary and Semi-social bees. *Ecology*, 33(4): 558-567.



Luis, M.A. 1987. Distribución Altitudinal y Estacional de los Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera), en la Cañada de los Dinamos; Magdalena Contreras, D.F. *Tesis Profesional*, Facultad de Ciencias, UNAM. 113 pp.

Luis, M.A., I. Vargas 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*, 3:1-119.

McGinley, R. J. 1986. Studies of Halictinae I: Revision of New World *Lasioglossum*. *Smithsonian Contribution in Zoology*, 429: i-vi+1-294.

Meave, J., J. Carabias, V. Arriaga y A. Valiente-Banuet. 1994. *Observaciones Fenológicas en el Pedregal de San Ángel*. In: Rojo, A.(Compilador). *Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo*. UNAM, México. pp 91-105.

Michener, C. D. 1944. Comparative external morphology, phylogeny, and a classification of the bees (Hymenoptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 82:151-326.

Michener, C.D. 1974. *The social behavior of the bees*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 404 pp.

Michener, C.D. 1979. Biogeography of the bees. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 66: 277-347.

Michener, C.D. 1986. Family-group names among bees. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 59:219-234.

Michener, C.D. 1993. *Series Apiformes*. In: Goulet, H. y J.T. Huber (Eds.). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Research Branch Agriculture Canada Publication. Canada. pp 307-325.

Michener, C.D. y D.A. Grimaldi. 1988. The oldest fossil bee: Apoid history, evolutionary stasis, and antiquity of social behavior. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 85:6424-6426.

Michener, C.D., R.J. McGinley, B. N. Danforth. 1994. *The Bee Genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea)*. Smithsonian Institution. 209pp.

- Roig-Alsina, A. y C.D. Michener. 1993. Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). *University of Kansas Science Bulletin*, 55(4-5): 124-162.
- Rojo, A. 1994. *Plan de Manejo Reserva Ecológica El Pedregal de San Ángel*. In: Rojo, A.(Compilador). *Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo*. UNAM, México. pp 371-382.
- Roubick, D., R. Villanueva, E.f. Cabrera, W. Colli. 1991. Abejas Nativas de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. In: Navarro, L. D. y J. G. Robinson (eds.). *Diversidad biológica de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO, Chetumal, Quintana Roo, México. 317-320.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel. *An. Esc. Nat. Cien. Biol. I.P.N.*, 8(1-2):59-129.
- Sakagami, S.F. y H. Fukuda. 1973 Wild bee survey at the campus of Hokkaido University. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool.*, 19(1):190-250.
- Schmitter, E. 1953. Investigación Petrológica en las Lavas del Pedregal de San Ángel. *Memorias del Congreso Científico Mexicano*, 3:218-237.
- Silveira F.A. y L.M. Godínez. 1996. Systematic Surveys of Local Bee Faunas. *Melissa*, 9:1-4.
- Soberón, J., M de la Cruz, y G. Jiménez. 1991. Ecología Hipotética de la Reserva del Pedregal de San Ángel. *Ciencia y Desarrollo*. (99):25-38.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, 7(3): 480-488.
- Timberlake, P.H. 1973. Revision of the genus *Pseudopanurgus* of North America (Hymenoptera, Apoidea). *University of California Publications in Entomology*, 72: 1-58.
- Timberlake, P.H. 1975. The north american species of *Heterosarus* Robertson (Hymenoptera, Apoidea). *University of California Publications in Entomology*, 77: 1-59.
- Toledo, V., M. Ordóñez. 1993. *The Biodiversity Scenario of Mexico: A Review of Terrestrial Habitats*. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, J. Fa (Eds.). *Biological*

*Diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York. pp 1757-777.

Valiente-Banuet, A. y E. de Luna. 1990. Una Lista Florística Actualizada del Pedregal de San Ángel, México, D. F. *Acta Botánica Mexicana*, 9:13-30.

Wille, A. 1959. A new fossil stingless bee (Meliponini) from the amber of Chiapas, Mexico. *Journal of Paleontology*, 33(5):849-852.

Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why?. *Ann. Rev. Ecol. Sys.*, 19:1-18

# APÉNDICE 1. Listado de especies de abejas de la Reserva del Pedregal de San Ángel.

| FAMILIA | Subfamilia | ESPECIE | Número de ejemplares | Número de hembras | Número de machos | Forma de vida    |             |                  | Época de Vuelo | Núm. de especies de plantas en que se registró |
|---------|------------|---------|----------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|----------------|--|
|         |            |         |                      |                   |                  | C= Colecta polen | D= Parasito | 1= Humeda (sólo) |                |  |
|         |            |         |                      |                   |                  |                  |             | 2= Seca (sólo)   |                |  |
|         |            |         |                      |                   |                  |                  |             | 3= Ambas épocas  |                |  |

## COLLETIDAE

|            |                        |    |    |   |   |   |   |
|------------|------------------------|----|----|---|---|---|---|
| Colletinae | <i>Colletes sp. 01</i> | 12 | 0  | 3 | C | 1 | 3 |
|            | <i>Colletes sp. 02</i> | 12 | 11 | 1 | C | 3 | 3 |
|            | <i>Colletes sp. 03</i> | 2  | 2  | 0 | C | 3 | 1 |
|            | <i>Colletes sp. 04</i> | 2  | 1  | 1 | C | 1 | 1 |
| Hylaeinae  | <i>Hylaeus sp. 01</i>  | 6  | 3  | 3 | C | 1 | 2 |
|            | <i>Hylaeus sp. 02</i>  | 6  | 2  | 0 | C | 1 | 4 |
|            | <i>Hylaeus sp. 03</i>  | 1  | 1  | 0 | C | 1 | 1 |
|            | <i>Hylaeus sp. 04</i>  | 1  | 0  | 1 | C | 1 | 1 |

## ANDRENIDAE

|            |   |    |    |    |   |   |   |
|------------|---|----|----|----|---|---|---|
| Andreninae | <i>Andrena togularis</i>                    | 15 | 15 | 0  | C | 3 | 4 |
|            | <i>Andrena sp. 01</i>                       | 22 | 10 | 3  | C | 1 | 3 |
|            | <i>Andrena sp. 02</i>                       | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 1 |
| Panurginae | <i>Heterosarus asperatus</i>                | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 0 |
|            | <i>Heterosarus mundus</i>                   | 5  | 2  | 3  | C | 1 | 1 |
|            | <i>Heterosarus neomexicanus</i> (Cockerell) | 4  | 2  | 2  | C | 1 | 4 |
|            | <i>Percita sp.</i>                          | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 0 |
|            | <i>Protandrena sp.</i>                      | 25 | 5  | 20 | C | 1 | 4 |
|            | <i>Pseudopanurgus trimaculatus</i>          | 1  | 0  | 1  | C | 1 | 0 |

## HALICTIDAE

### Halictinae

|                         |   |     |     |    |   |   |    |
|-------------------------|---|-----|-----|----|---|---|----|
| Augochlorini            | <i>Augochlora sp.</i>                     | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 0  |
|                         | <i>Caenaugochlora sp.</i>                 | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 1  |
| Halictini               | <i>Dialictus aquilae</i> (Cockerell)      | 1   | 0   | 1  | C | 1 | 1  |
|                         | <i>Dialictus cubitalis</i> (Vachal)       | 9   | 7   | 2  | C | 3 | 5  |
|                         | <i>Dialictus perdificilis</i> (Cockerell) | 4   | 4   | 0  | C | 3 | 2  |
|                         | <i>Dialictus petrolus</i> (Cockerell)     | 36  | 26  | 8  | C | 3 | 11 |
|                         | <i>Dialictus sp. 01</i>                   | 116 | 116 | 0  | C | 3 | 24 |
|                         | <i>Dialictus sp. 02</i>                   | 10  | 10  | 0  | C | 3 | 5  |
|                         | <i>Dialictus sp. 03</i>                   | 5   | 0   | 5  | C | 1 | 3  |
|                         | <i>Dialictus sp. 04</i>                   | 34  | 14  | 20 | C | 3 | 7  |
|                         | <i>Dialictus sp. 05</i>                   | 4   | 4   | 0  | C | 1 | 3  |
|                         | <i>Dialictus sp. 06</i>                   | 11  | 11  | 0  | C | 1 | 1  |
|                         | <i>Dialictus sp. 07</i>                   | 11  | 11  | 0  | C | 3 | 6  |
|                         | <i>Dialictus sp. 08</i>                   | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 0  |
|                         | <i>Dialictus sp. 09</i>                   | 1   | 0   | 1  | C | 2 | 0  |
|                         | <i>Dialictus sp. 10</i>                   | 3   | 3   | 0  | C | 3 | 1  |
|                         | <i>Dialictus sp. 11</i>                   | 2   | 2   | 0  | C | 1 | 0  |
|                         | <i>Dialictus sp. 12</i>                   | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 1  |
|                         | <i>Dialictus sp. 13</i>                   | 1   | 0   | 1  | C | 2 | 1  |
|                         | <i>Dialictus sp. 15</i>                   | 4   | 4   | 0  | C | 1 | 2  |
|                         | <i>Dialictus sp. 16</i>                   | 7   | 0   | 7  | C | 3 | 3  |
|                         | <i>Dialictus sp. 17</i>                   | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 1  |
|                         | <i>Dialictus sp. 18</i>                   | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 1  |
|                         | <i>Dialictus sp. 19</i>                   | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 1  |
|                         | <i>Dialictus sp. 20</i>                   | 1   | 0   | 1  | C | 2 | 0  |
|                         | <i>Dialictus sp. 21</i>                   | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 1  |
|                         | <i>Dialictus sp. 22</i>                   | 1   | 0   | 1  | C | 2 | 0  |
|                         | <i>Dialictus sp. 23</i>                   | 1   | 0   | 1  | C | 1 | 0  |
|                         | <i>Evylaeus sp.</i>                       | 1   | 0   | 1  | C | 1 | 0  |
|                         | <i>Halictus ligatus</i> Say               | 1   | 1   | 0  | C | 1 | 0  |
|                         | <i>Halictus sp.</i>                       | 2   | 2   | 0  | C | 1 | 0  |
|                         | <i>Lasioglossum argutum</i> McGinley      | 8   | 8   | 0  | C | 3 | 4  |
|                         | <i>Lasioglossum desertum</i> (Smith)      | 7   | 6   | 1  | C | 3 | 5  |
|                         | <i>Lasioglossum jubatum</i> (Vachal)      | 10  | 10  | 0  | C | 1 | 4  |
|                         | <i>Sphecodes sp. 01</i>                   | 1   | 1   | 0  | P | 1 | 0  |
| <i>Sphecodes sp. 02</i> | 1   | 1   | 0   | P  | 1 | 0 |    |
| <i>Sphecodes sp. 03</i> | 5   | 1   | 4   | P  | 1 | 0 |    |

| FAMILIA    | ESPECIE | Número de ejemplares | Número de hembras | Número de machos | Forma de vida      | Época de Vuelo   | Núm. de especies de plantas en que se registró |
|------------|---------|----------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------------|--|
| Subfamilia |         |                      |                   |                  |                    | 1ª Humeda (sólo) |  |
| Tribu      |         |                      |                   |                  | C= Colección polen | 2ª Seca (sólo)   |  |
| Subtribu   |         |                      |                   |                  | P= Parasito        | 3ª Ambas épocas  |  |

#### MEGACHILIDAE

##### Megachilinae

|             |   |    |    |    |   |   |   |
|-------------|---|----|----|----|---|---|---|
| Liturgini   | <i>Lithurge littoralis</i> Cockerell          | 11 | 8  | 3  | C | 3 | 3 |
| Anthidiini  | <i>Anthidium hondurasicum</i> (Cockerell)     | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 1 |
|             | <i>Anthidium maculosum</i> Cresson            | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 0 |
|             | <i>Paranthidium gabbi</i> (Cresson)           | 20 | 10 | 2  | C | 1 | 5 |
| Megachilini | <i>Megachile toluca</i> Cresson               | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 3 |
|             | <i>Megachile zapoteca</i> Cresson             | 21 | 10 | 11 | C | 3 | 4 |
|             | <i>Megachile sp. 01</i>                       | 5  | 1  | 4  | C | 3 | 3 |
| Osmiini     | <i>Ashmea diella aff. boquaerti</i> Cockerell | 5  | 3  | 2  | C | 3 | 3 |
|             | <i>Osmia azteca</i> Cresson                   | 0  | 0  | 3  | C | 3 | 3 |

#### APIDAE

##### Xylocopinae

|            |   |    |    |    |   |   |    |
|------------|---|----|----|----|---|---|----|
| Xylocopini | <i>Xylocopa guatemalensis</i>                 | 1  | 0  | 1  | C | 2 | 1  |
|            | <i>Xylocopa micheneri dasciops</i> Hurd       | 2  | 2  | 0  | C | 1 | 0  |
|            | <i>Xylocopa labaniformis azteca</i> (Cresson) | 22 | 4  | 18 | C | 3 | 4  |
| Ceratinini | <i>Ceralina capitosa</i> Smith                | 6  | 6  | 0  | C | 3 | 5  |
|            | <i>Ceralina sp. 01</i>                        | 04 | 55 | 30 | C | 3 | 20 |
|            | <i>Ceralina sp. 02</i>                        | 10 | 10 | 0  | C | 3 | 3  |
|            | <i>Ceralina sp. 03</i>                        | 6  | 5  | 1  | C | 1 | 3  |
|            | <i>Ceralina sp. 04</i>                        | 2  | 2  | 0  | C | 1 | 1  |
|            | <i>Ceralina sp. 05</i>                        | 4  | 3  | 1  | C | 3 | 2  |
|            | <i>Ceralina sp. 06</i>                        | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 0  |
|            | <i>Ceralina sp. 07</i>                        | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 0  |
|            | <i>Ceralina sp. 08</i>                        | 1  | 0  | 1  | C | 1 | 0  |
|            | <i>Ceralina sp. 09</i>                        | 2  | 0  | 2  | C | 1 | 2  |
|            | <i>Ceralina sp. 10</i>                        | 1  | 0  | 1  | C | 1 | 0  |
|            | <i>Ceralina sp. 11</i>                        | 1  | 0  | 1  | C | 2 | 1  |
|            | <i>Ceralina sp. 12</i>                        | 1  | 0  | 1  | C | 1 | 1  |
|            | <i>Ceralina sp. 13</i>                        | 1  | 0  | 1  | C | 2 | 1  |
|            | <i>Ceralina sp. 14</i>                        | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 1  |
|            | <i>Ceralina sp. 15</i>                        | 1  | 1  | 0  | C | 1 | 1  |

##### Nomadinae

|          |                                       |   |   |   |   |   |   |
|----------|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Epeolini | <i>Epeolus aff. australis</i> Mitchel | 1 | 0 | 1 | P | 1 | 0 |
|----------|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|

##### Apinae

|              |  |     |    |    |   |   |    |
|--------------|--|-----|----|----|---|---|----|
| Bombini      | <i>Bombus ephippiatus</i> Say            | 17  | 16 | 1  | C | 3 | 6  |
|              | <i>Bombus pennsylvanicus sonorus</i> Say | 43  | 36 | 7  | C | 3 | 10 |
| Apini        | <i>Apis mellifera</i> L.                 | 103 | 09 | 4  | C | 3 | 15 |
| Centridini   | <i>Centris cockerelli</i> Fox            | 1   | 1  | 0  | C | 1 | 0  |
| Anthophorini | <i>Delloptilia elephas</i> (Friese)      | 1   | 0  | 1  | C | 1 | 1  |
| Exomalopsini | <i>Exomalopsis mellipes</i> Cresson      | 2   | 2  | 0  | C | 1 | 2  |
| Eucerini     |  |     |    |    |   |   |    |
| Eucerina     | <i>Melissodes sp. 01</i>                 | 1   | 1  | 0  | C | 1 | 0  |
|              | <i>Melissodes sp. 02</i>                 | 1   | 1  | 0  | C | 1 | 0  |
|              | <i>Melissodes sp. 03</i>                 | 1   | 1  | 0  | C | 1 | 1  |
|              | <i>Melissodes sp. 04</i>                 | 1   | 1  | 0  | C | 1 | 1  |
|              | <i>Syntrochalia exquisita</i> (Cresson)  | 17  | 3  | 14 | C | 1 | 3  |
|              | <i>Tetraloniella sp.</i>                 | 1   | 1  | 0  | C | 1 | 1  |
|              | <i>Thygater analis</i> (Lepeletier)      | 9   | 1  | 8  | C | 1 | 2  |
| Emphorini    |  |     |    |    |   |   |    |
| Emphorina    | <i>Diadasia rinconis</i> Cockerell       | 2   | 1  | 1  | C | 1 | 1  |

## APÉNDICE 2. Funciones Estadísticas de Acumulación de especies y Parámetros Calculados

### Funciones de Acumulación

Ecuaciones:

|        |                        |
|--------|------------------------|
| Clench | $S(t) = at / (1 + bt)$ |
|--------|------------------------|

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| von Bertalanffy | $S(t) = (a/b) * [1 - \exp(-bt)]$ |
|-----------------|----------------------------------|

donde:

|   |
|---|
| $S(t)$ = Número total de especies estimadas           |
| a = Parámetro de incremento al inicio de la recolecta |
| b = Parámetro de acumulación de especies              |
| t = Esfuerzo de recolecta                             |

### Parámetros calculados para el presente trabajo.

|        |                        |                        |
|--------|------------------------|------------------------|
| Clench | Fechas acumuladas      | Individuos acumulados  |
|        | a = 2.159<br>b = 0.013 | a = 0.371<br>b = 0.003 |

|                 |                        |                        |
|-----------------|------------------------|------------------------|
| von Bertalanffy | Fechas acumuladas      | Individuos acumulados  |
|                 | a = 1.997<br>b = 0.017 | a = 0.318<br>b = 0.003 |

### Apéndice 3. Listado de Especies de Plantas, sobre las que se registraron ejemplares de abejas de la Reserva del Pedregal de San Ángel.

Ej - Número de abejas colectadas sobre la planta

Sp y Gn = Especies y géneros de abeja colectados sobre la planta

| FAMILIA        | ESPECIE                                  | Ej. | Sp. | Gn. | ESPECIES DE ABEJA REGISTRADAS   |
|----------------|--|-----|-----|-----|---|
| AMARYLLIDACEAE | <i>Agave inaequidans</i> Koch.           | 4   | 2   | 2   | <i>Dialictus</i> sp 01, <i>Lasiglossum argutum</i>  |
|                | <i>Agave stricta</i>                     | 7   | 3   | 3   | <i>Dialictus</i> sp 01, <i>Lasiglossum jubatum</i><br><i>Bombus pennsylvanicus</i>  |
|                | AMARYLLIDACEAE sp.                       | 1   | 1   | 1   | <i>Dialictus</i> sp 01  |
| ASCLEPIADACEAE | ASCLEPIADACEAE sp.                       | 1   | 1   | 1   | <i>Dialictus</i> sp 02  |
| BIGNONIACEAE   | <i>Tecoma stans</i> H.B.K.               | 5   | 3   | 2   | <i>Lasiglossum jubatum</i> , <i>Ceratina</i> sp 01,<br><i>Ceratina</i> sp 03  |
| CACTACEAE      | <i>Echinocactus grussonii</i>            | 1   | 1   | 1   | <i>Ashmeadiella</i> aff <i>bequaerti</i>  |
|                | <i>Ferocactus echidne</i>                | 1   | 1   | 1   | <i>Ceratina</i> sp 01   |
|                | <i>Ferocactus histrix</i>                | 6   | 2   | 2   | <i>Dialictus petrellus</i> , <i>Ceratina</i> sp 01  |
|                | <i>Ferocactus saussurii</i>              | 2   | 2   | 1   | <i>Dialictus cubitalis</i> , <i>Dialictus petrellus</i>   |
|                | <i>Ferocactus</i> sp.                    | 1   | 1   | 1   | <i>Dialictus petrellus</i>  |
|                | <i>Opuntia hyptiacantha</i>              | 2   | 1   | 1   | <i>Diodesia nixonis</i>   |
|                | <i>Opuntia robusta</i>                   | 10  | 4   | 4   | <i>Dialictus</i> sp 01, <i>Lithurge littoralis</i> ,<br><i>Ceratina</i> sp 01, <i>Apis mellifera</i>  |
|                | <i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dick       | 17  | 8   | 6   | <i>Dialictus</i> sp 01, <i>Dialictus</i> sp 10,<br><i>Dialictus</i> sp 16, <i>Ashmeadiella</i> aff <i>bequaerti</i><br><i>Lithurge littoralis</i> , <i>Apis mellifera</i> ,<br><i>Bombus pennsylvanicus</i> , <i>Ceratina</i> sp 01 |
|                | <i>Opuntia tunicata</i> Link & Otto      | 2   | 2   | 2   | <i>Ashmeadiella</i> aff <i>bequaerti</i> ? <i>Bombus pennsylvanicus</i>   |
|                | <i>Opuntia</i> sp.                       | 1   | 8   | 6   | <i>Andrena tegulans</i> , <i>Apis mellifera</i> ,<br><i>Dialictus petrellus</i> , <i>Dialictus</i> sp 01, <i>Dialictus</i> sp 15,<br><i>Lasiglossum jubatum</i> , <i>Lithurge littoralis</i> ,<br><i>Ceratina</i> sp 01             |
| CAPPARIDACEAE  | <i>Polanisia uniglandulosa</i> (Cav.) DC | 13  | 5   | 4   | <i>Halictoserus neomexicanus</i> , <i>Dialictus</i> sp 01,<br><i>Dialictus</i> sp 05, <i>Ceratina</i> sp 01,<br><i>Bombus ephippatus</i>  |

| FAMILIA    | ESPECIE                                   | Ej. | Sp. | Gn. | ESPECIES DE ABEJA REGISTRADAS   |
|------------|---|-----|-----|-----|---|
| COMPOSITAE | <i>Bidens anthomoides</i> (DC.) Gray      | 3   | 3   | 3   | <i>Protandrena n. sp.</i> , <i>Dalictus sp. 01.</i> ,<br><i>Paranthidium gabbi</i>  |
|            | <i>Bidens odorata</i> Cav.                | 31  | 9   | 7   | <i>Andrena sp. 01.</i> , <i>Protandrena sp.</i> ,<br><i>Dalictus cubitalis</i> , <i>Paranthidium gabbi</i> ,<br><i>Ceratina sp. 01.</i> , <i>Ceratina sp. 02.</i> , <i>Ceratina sp. 03.</i> ,<br><i>Melissodes sp. 04.</i> , <i>Syntachalonia exquisita</i>   |
|            | <i>Chrysanthemum parthonium</i>           | 1   | 1   | 1   | <i>Dalictus sp. 19</i>  |
|            | <i>Conyza coronopifolia</i> H.B.K.        | 5   | 3   | 3   | <i>Hyleaeus sp. 02.</i> , <i>Dalictus sp. 04.</i> , <i>Ceratina sp. 01</i>  |
|            | <i>Dahlia coccinea</i> Cav.               | 65  | 14  | 9   | <i>Dalictus cubitalis</i> , <i>Andrena sp. 01.</i> ,<br><i>Protandrena sp.</i> , <i>Dalictus sp. 01.</i> , <i>Dalictus sp. 02</i><br><i>Dalictus sp. 04.</i> , <i>Megachile zapoteca</i> ,<br><i>Osmia azteca</i> , <i>Paranthidium gabbi</i><br><i>Bombus ephippatus</i> , <i>Bombus pennsylvanicus</i><br><i>Ceratina capitosa</i> , <i>Ceratina sp. 01.</i> , <i>Ceratina sp. 09</i>         |
|            | <i>Eupatorium glabratum</i>               | 3   | 2   | 1   | <i>Hyleaeus sp. 02.</i> , <i>Hyleaeus sp. 03</i>  |
|            | <i>Eupatorium potialare</i> Moc.          | 5   | 3   | 3   | <i>Dalictus perdifficilis</i> , <i>Ceratina sp. 01</i><br><i>Bombus ephippatus</i>  |
|            | <i>Helenium integrifolium</i>             | 3   | 2   | 2   | <i>Ceratina sp. 01.</i> , <i>Apis mellifera</i>   |
|            | <i>Heterotheca inuloides</i>              | 1   | 1   | 1   | <i>Dalictus sp. 04</i>  |
|            | <i>Senecio praecox</i> DC.                | 12  | 3   | 3   | <i>Colletes sp. 02.</i> , <i>Hyleaeus sp. 02.</i> , <i>Apis mellifera</i>   |
|            | <i>Senecio salignus</i> DC.               | 3   | 3   | 3   | <i>Andrena tegulana</i> , <i>Dalictus sp. 01.</i> , <i>Apis mellifera</i>   |
|            | <i>Tagetes coronopifolia</i>              | 1   | 1   | 1   | <i>Ceratina sp. 15</i>  |
|            | <i>Taraxacum officinale</i> Wig.          | 12  | 7   | 3   | <i>Dalictus petreillus</i> , <i>Dalictus sp. 04.</i> , <i>Dalictus sp. 07.</i> ,<br><i>Ceratina capitosa</i> , <i>Ceratina sp. 01.</i> , <i>Ceratina sp. 15.</i> ,<br><i>Apis mellifera</i>   |
|            | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass. | 49  | 12  | 12  | <i>Osmia azteca</i> , <i>Dalictus petreillus</i> , <i>Paranthidium</i><br><i>gabbi</i> , <i>Apis mellifera</i> , <i>Bombus pennsylvanicus</i> ,<br><i>Deltotilia elephas</i> , <i>Exomalopus mellipes</i> ,<br><i>Syntachalonia exquisita</i> , <i>Xylocopa lebaniformis</i> ,<br><i>Xylocopa lebaniformis</i> , <i>Andrena tegulana</i><br><i>Megachile sp. 01.</i> , <i>Bombus ephippatus</i> |
|            | <i>Verbena virgata</i> Cav.               | 62  | 9   | 7   | <i>Colletes sp. 02.</i> , <i>Colletes sp. 03.</i> , <i>Andrena tegulana</i><br><i>Dalictus sp. 01.</i> , <i>Dalictus sp. 03.</i> ,<br><i>Lesioglossum argutum</i> , <i>Apis mellifera</i> , <i>Bombus</i><br><i>ephippatus</i> , <i>Ceratina capitosa</i>   |
|            | <i>Viguiera</i> sp.                       | 17  | 12  | 9   | <i>Andrena sp. 01.</i> , <i>Andrena sp. 02.</i> , <i>Protandrena n. sp.</i> ,<br><i>Dalictus perdifficilis</i> , <i>Paranthidium gabbi</i> , <i>Osmia</i><br><i>azteca</i> , <i>Ceratina sp. 02.</i> , <i>Ceratina sp. 03.</i> ,<br><i>Ceratina sp. 04.</i> , <i>Exomalopus mellipes</i> ,<br><i>Melissodes sp. 03.</i> , <i>Syntachalonia exquisita</i>  |
|            | <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth         | 9   | 2   | 2   | <i>Megachile toluca</i> , <i>Thygater anala</i>   |



| FAMILIA         | ESPECIE                                       | Ej. | Sp. | Gn. | ESPECIES DE ABEJA REGISTRADAS   |
|-----------------|---|-----|-----|-----|---|
| CRUCIFERAE      | <i>Brassica campestris</i> L.                 | 6   | 4   | 3   | <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 05, <i>Lasoglossum desertum</i> , <i>Apis mellifera</i>   |
|                 | <i>Eruca sativa</i> Mill.                     | 13  | 6   | 2   | <i>Dalictus petrellus</i> , <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 04, <i>Dalictus</i> sp 07, <i>Dalictus</i> sp 17, <i>Ceratina</i> sp 01   |
| HYDROPHYLLACEAE | <i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pavon) H.B.K.   | 44  | 11  | 6   | <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 02, <i>Megachile zapoteca</i> , <i>Megachile</i> sp 01, <i>Apis mellifera</i> , <i>Ceratina</i> sp 02, <i>Ceratina</i> sp 13, <i>Xylocopa guatemalensis</i> , <i>Xylocopa tabaniformis</i> , <i>Bombus ephippialus</i> , <i>Bombus pennsylvanicus</i> |
| LABIATAE        | <i>Salvia polystachya</i> Ort.                | 1   | 1   | 1   | <i>Ceratina</i> sp 01   |
|                 | <i>Salvia riparia</i> H.B.K.                  | 1   | 1   | 1   | <i>Heterosarus neomexicanus</i>   |
|                 | <i>Salvia</i> sp.                             | 1   | 1   | 1   | <i>Xylocopa tabaniformis</i>  |
| LEGUMINOSAE     | <i>Acacia farnesiana</i>                      | 4   | 2   | 2   | <i>Hylaeus</i> sp 02, <i>Dalictus petrellus</i>   |
|                 | <i>Calliandra grandifolia</i> (L'Her.) Benth. | 8   | 3   | 1   | <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 02, <i>Dalictus</i> sp 03   |
|                 | <i>Cassia</i> sp.                             | 1   | 1   | 1   | <i>Bombus pennsylvanicus</i>  |
|                 | <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.  | 21  | 10  | 5   | <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 05, <i>Lasoglossum jubatum</i> , <i>Bombus ephippialus</i> , <i>Bombus pennsylvanicus</i> , <i>Ceratina</i> sp 01, <i>Ceratina</i> sp 05, <i>Ceratina</i> sp 09, <i>Ceratina</i> sp 12, <i>Xylocopa tabaniformis</i>                                  |
|                 | LEGUMINOSAE sp.                               | 1   | 1   | 1   | <i>Bombus pennsylvanicus</i>  |
|                 | <i>Mimosa biuncifera</i> Benth.               | 17  | 5   | 3   | <i>Dalictus cubitella</i> , <i>Dalictus petrellus</i> , <i>Dalictus</i> sp 18, <i>Megachile zapoteca</i> , <i>Ceratina</i> sp 01  |
|                 | <i>Mimosa</i> sp.                             | 9   | 9   | 8   | <i>Colletes</i> sp 04, <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Lasoglossum desertum</i> , <i>Megachile</i> sp 01, <i>Ceratina capiosa</i> , <i>Ceratina</i> sp 01, <i>Apis mellifera</i> , <i>Bombus ephippialus</i> , <i>Tetraloniella</i> sp  |
| LOGANIACEAE     | <i>Buddleia cordata</i> H.B.K.                | 3   | 1   | 1   | <i>Apis mellifera</i>   |
|                 | <i>Buddleia parviflora</i> H.B.K.             | 8   | 2   | 2   | <i>Colletes</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 01  |
| MALVACEAE       | MALVACEAE sp.                                 | 9   | 6   | 5   | <i>Colletes</i> sp 02, <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 21, <i>Lasoglossum argutum</i> , <i>Ceratina</i> sp 14, <i>Apis mellifera</i>  |
|                 | <i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don | 14  | 5   | 4   | <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Megachile zapoteca</i> , <i>Ceratina capiosa</i> , <i>Ceratina</i> sp 01, <i>Thygater anaks</i>   |
| NYCTAGINACEAE   | <i>Mirabilis jalapa</i> L.                    | 2   | 2   | 2   | <i>Colletes</i> sp 01, <i>Heterosarus neomexicanus</i>  |
| ONAGRACEAE      | <i>Lopezia racemosa</i> Cav.                  | 1   | 1   | 1   | <i>Anthedilium hondurensicum</i>  |
| OXALIDACEAE     | <i>Oxalidacea</i> sp.                         | 1   | 1   | 1   | <i>Dalictus</i> sp 07   |

| FAMILIA         | ESPECIE                               | Ej. | Sp. | Gn. | ESPECIES DE ABEJA REGISTRADAS  |
|-----------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|--|
| PASSIFLORACEAE  | <i>Passiflora subpeltata</i> Ort.     | 3   | 3   | 1   | <i>Dalictus petrellus</i> , <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 03   |
| PHYTOLACCACEAE  | <i>Phytolacca icosandra</i> L.        | 1   | 1   | 1   | <i>Lasiglossum argulum</i>   |
| RESEDACEAE      | <i>Reseda luteola</i> L.              | 63  | 16  | 6   | <i>Hylaeus</i> sp 01, <i>Cenogochlore</i> sp, <i>Dalictus cubitalis</i> , <i>Dalictus petrellus</i> , <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 04, <i>Dalictus</i> sp 06, <i>Dalictus</i> sp 07, <i>Dalictus</i> sp 13, <i>Dalictus</i> sp 15, <i>Dalictus</i> sp 16, <i>Lasiglossum desertum</i> , <i>Apis mellifera</i> , <i>Caratina</i> sp 01, <i>Caratina</i> sp 05, <i>Caratina</i> sp 11 |
| RUBIACEAE       | <i>Bouvardia ternifolia</i> Schl.     | 5   | 4   | 1   | <i>Dalictus equinae</i> , <i>Dalictus</i> sp 02, <i>Dalictus</i> sp 07, <i>Dalictus</i> sp 12  |
| RUTACEAE        | <i>Ruta graveolens</i>                | 1   | 1   | 1   | <i>Dalictus</i> sp 18  |
| SCROPHULARACEAE | <i>Castilleja gracilis</i> Benth.     | 1   | 1   | 1   | <i>Dalictus</i> sp 04  |
| SOLANACEAE      | <i>Nicotiana glauca</i>               | 3   | 3   | 2   | <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Dalictus</i> sp 07, <i>Lasiglossum desertum</i>  |
|                 | <i>Solanum rostratum</i> Dun.         | 19  | 5   | 4   | <i>Colletes</i> sp 01, <i>Heteroserus mundus</i> , <i>Heteroserus neomexicanus</i> , <i>Dalictus</i> sp 01, <i>Bombus pennsylvanicus</i>   |
| UMBELLIFERAE    | <i>Angelica nelsoni</i> Coult. & Rose | 4   | 2   | 1   | <i>Hylaeus</i> sp 01, <i>Hylaeus</i> sp 04   |