



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ABEJAS SILVESTRES (HYMENOPTERA: APOIDEA)
DE LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE
SAN ÁNGEL, CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

ANA CELESTE MARTÍNEZ CERVANTES



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ISMAEL ALEJANDRO HINOJOSA DÍAZ
CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX., 2017**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Generalidades sobre abejas	2
1.2 La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel	4
1.3 Declive de polinizadores	6
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	7
2.1 Estudios de abejas en México	7
2.2 Estudios de otros artrópodos en la REPSA	8
2.3 Estudios de abejas en la REPSA	8
3. OBJETIVOS	9
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	10
4.1 Localización	10
4.2 Geología y edafología	11
4.3 Clima	11
4.4 Vegetación	11
5. MÉTODO	12
5.1 Trabajo de campo	12
5.2 Procesamiento de material biológico	14
5.3 Análisis de datos	15
6. RESULTADOS	16
6.1 Riqueza de abejas de la REPSA	16
6.2 Riqueza Estimada de abejas de la REPSA	21
6.3 Distribución estacional	22
6.4 Flora visitada	26
7. DISCUSIÓN	29
7.1 Riqueza de abejas	29
7.2 Fenología	31
7.3 Flora visitada	32
8. CONCLUSIONES	34
9. AGRADECIMIENTOS	35
10. REFERENCIAS	36
11. ANEXOS	43
Anexo 1	43
Anexo 2	45
Anexo 3	55
Anexo 4	58
Anexo 5	59

RESUMEN

Las abejas son los principales polinizadores de la mayoría de los cultivos agrícolas y las plantas silvestres. En el mundo se estima que existen alrededor de 20,000 especies, mientras para México existe poco más de 2,000. La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) contiene una importante riqueza de especies vegetales y animales, lo que añade interés para conocer la fauna de abejas presente. Anteriormente se ha realizado dos estudios de abejas en la REPSA: el primero de Hinojosa-Díaz (1996), que se basó en la recopilación de información a través de la revisión de los ejemplares depositados en el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, UNAM, reportando un total de 97 especies. El segundo de Domínguez (2009), quien muestreo con red y trampas en un periodo de un año, reportando un total de 29 especies.

El presente estudio comprendió el reconocimiento de la riqueza de la fauna de abejas de la REPSA, a través del trabajo de campo realizado en un periodo de 13 meses (abril 2015 a abril del 2016). Las colectas se efectuaron de manera sistemática cubriendo dos transectos de estudio: a) la zona núcleo poniente de la REPSA y b) el área de colecciones vivas del Jardín Botánico de la UNAM. Los muestreos se realizaron entre las 10:00 y las 17:00 horas, con dos métodos de colecta: redes aéreas y trampas de captura (recipientes amarillos). Se realizaron análisis de acumulación de especies, y se creó una red de interacción entre las abejas y las plantas visitadas.

Se obtuvieron 2,303 individuos, pertenecientes a cinco familias, 34 géneros y 74 especies. De las cuales a sólo 35 (47.3%) se les asignó nombre. Se registraron 20 nuevos registros para la REPSA. Siendo Apidae la familia mejor representada con 29 especies y 1,246 ejemplares. Las especies *Ceratina* sp. 6, *Xylocopa* (Notoxylocopa) *tabaniformis azteca*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp 5, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca* e *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, fueron las más abundantes a lo largo del muestreo.

La época de lluvias es la que tiene mayor actividad de abejas, patrón que coincide con lo reportado en varios estudios realizados en México. En cuanto a la flora, Asteraceae resultó ser la familia con mayor diversidad de abejas visitantes (40 especies). Mientras que *Verbena carolina*, fue la especie con mayor número de visitas (30 especies). La red de interacción presentada de visitas tiende hacia el generalismo, formando un anidamiento.

Debido a las características de los trabajos anteriores para la fauna de abejas de la región, los datos no son completamente comparables, por lo que se destaca la realización de estudios faunísticos con muestreos sistemáticos e intensivos, para monitorear la composición de la fauna de polinizadores.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades sobre abejas

El orden Hymenoptera con aproximadamente 120,000 especies (Zhang, 2011), es uno de los cuatro órdenes más grandes de Insecta junto con Coleoptera (escarabajos), Lepidoptera (mariposas y polillas) y Diptera (moscas y mosquitos). Los himenópteros se caracterizan por tener dos pares de alas membranosas, las posteriores son más pequeñas, unidas por una serie de ganchos llamados hamuli y las hembras presentan un ovipositor (Goulet y Huber, 1993). El orden está dividido en dos subórdenes: Symphyta (moscas sierra) y Apocrita (avispa, hormigas, abejas, etc.). A su vez, Apocrita está dividido en dos grupos sin rango taxonómico: Aculeata y Parasítica.

Las abejas incluidas dentro del grupo Aculeata, reconocido por que las hembras tienen el ovopositor modificado en forma de aguijón, junto con las avispa esfecoides, constituyen la superfamilia Apoidea (Fig. 1) (Michener, 2007). Este taxón, reconocida por poseer un lóbulo pronotal posterior pequeño y separado de la tégula y por un pronoto que rodea el tórax y se extiende ventralmente, a su vez se divide en dos grupos: Esfecoides o Spheciformes (avispa) y las abejas o Apiformes (Brothers, 1975). Estas últimas, se distinguen de las avispa esfecoides, por la presencia de sedas ramificadas o plumosas y por tener un basitarso más ancho que los demás segmentos tarsales (Fig. 2) (Michener, 2007). Además, las abejas se alimentan exclusivamente de polen y néctar (Hinojosa-Díaz, 1996) y en algunas ocasiones, de aceites florales (Michener, 2000).

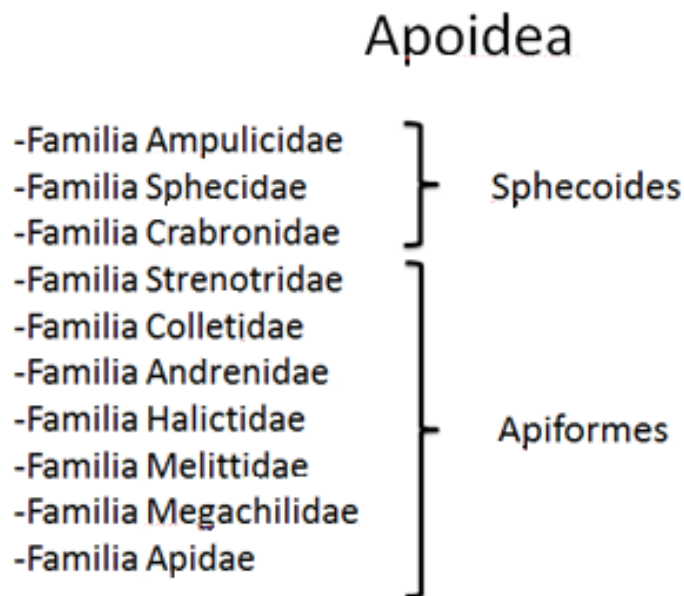


Figura 1. División de la superfamilia Apoidea, tomado de Michener, 2007



Figura 2. Caracteres morfológicos que distinguen a una abeja.

En el mundo existen alrededor de 20,000 especies de abejas descritas (Michener, 2007), en México se han calculado alrededor de 2,000 especies (Quezada y Ayala, 2010), lo que constituye el 10% de riqueza de abejas a nivel mundial. Los análisis filogenéticos (Hurd, 1979; Roig-Alsina y Michener, 1993; Alexander y Michener, 1995) reconocen siete familias, de las cuales seis están en México: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae y Apidae (Michener, 2007).

Gran cantidad de especies de plantas requieren polinizadores para su reproducción (Kress y Beach, 1994), se ha estimado que de 250,000 especies de angiospermas a nivel mundial (Villaseñor y Ortiz, 2014), aproximadamente el 90% necesita de polinizadores (Costanza *et al.*, 1997; Chichilnisky y Heal, 1998; Kearns *et al.*, 1998), siendo las abejas las más importantes polinizadores de los cultivos agrícolas y las plantas silvestres (Michener, 2007). En cultivo, alrededor de dos terceras partes de las plantas, dependen de la polinización (FAO, 2015). Por ejemplo, algunos cultivos tropicales, como el cacao, el 90% de las cosechas dependen de que la polinización se realice adecuadamente (FAO, 2015).

1.2 La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel

Hace aproximadamente 1,670 años ocurrió la erupción del volcán Xitle, cuyo deslave cubre un área de aproximadamente 80 km² al suroeste del Valle de México. Las lavas descendieron una distancia de 12 km por las laderas del Ajusco, alterando los suelos y el ambiente (Siebe, 2009), dando origen a lo que hoy conocemos en el Pedregal de San Ángel.

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) tiene su origen en 1983 gracias a propuestas de investigadores que buscaban proteger un ecosistema único en el mundo y de gran riqueza biológica (Álvarez *et al.*, 1982) Actualmente es una reserva natural ubicada al sureste de la Ciudad de México, dentro de Ciudad Universitaria (Fig. 3) bajo protección por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

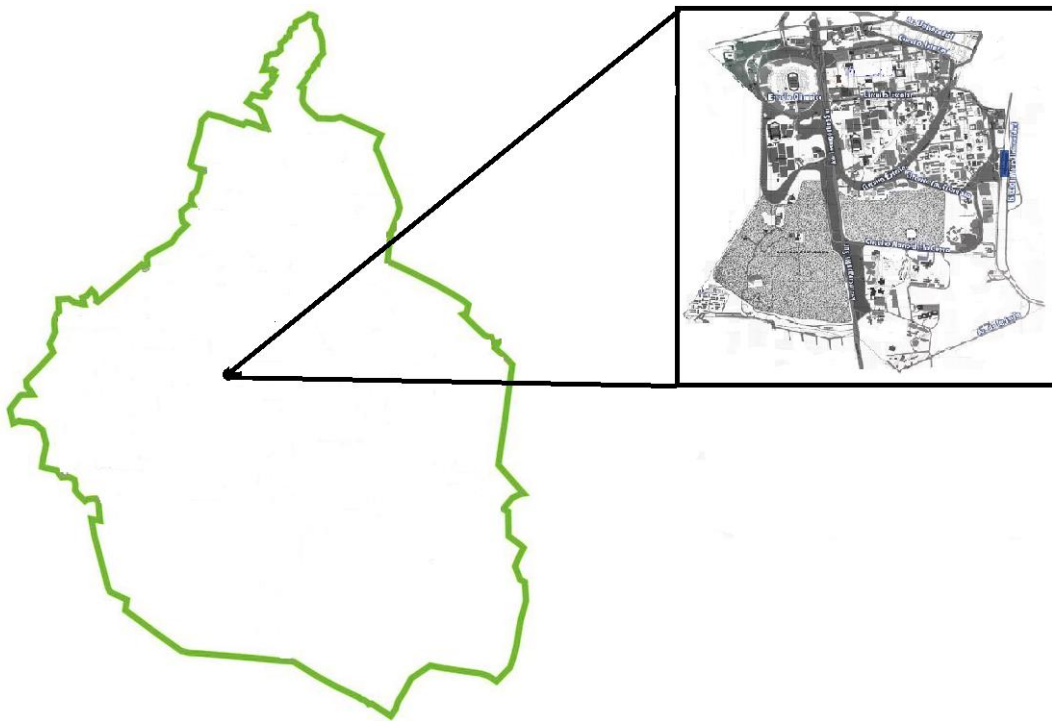


Figura. 3. Mapa de la Ciudad de México, ubicando Ciudad Universitaria.

Tiene una extensión 237 hectáreas de un ecosistema que se caracteriza por ser matorral xerófilo de “palo loco” (*Pittocaulon praecox* (Cav.) H.Rob. & Brettell) (SEREPSA, 2013). Se le considera de gran valor para la conservación de la biodiversidad (Álvarez *et al.*, 1982; Castillo-Argüero *et al.*, 2004; Cano-Santana *et al.*, 2008), al tener una amplia riqueza de especies tanto vegetales como animales. Ofrece diferentes servicios ambientales, tales como la recarga de acuíferos, el reciclaje de nutrientes, la fijación de CO₂, la producción de O₂ y la protección de la biota del sur del valle de México (Soberón *et al.*, 1991; Cano-Santana, 1994; Rojo, 1994; Carrillo-Trueba, 1995; Cano-Santana y Meave, 1996; Castillo-Argüero *et al.*, 2004; Cano-Santana *et al.*, 2008).

Al estar protegida y dentro de la UNAM, la Reserva del Pedregal ha sido objeto de diversas investigaciones, lo cual se ve reflejado con las más de 240 artículos publicados en revistas científicas, libros de divulgación y tesis de licenciatura y posgrado, de las cuales aproximadamente la mitad corresponden a proyectos de tesis (Castillo-Argüero *et al.*, 2007).

A pesar de la información que se tiene de la REPSA, su conocimiento aún es insuficiente y, el conservarla es difícil ya que además de ser un ecosistema fragmentado, que representa el 33% del campus universitario, sufre la presión del crecimiento urbano, por lo que ha estado sujeta a cambios de diversa índole, tales como la acumulación de basura, la construcción de caminos y edificios, la introducción de fauna y flora exóticas e incendios (Cano-Santana y Meave, 1996; Juárez-Orozco y Cano-Santana, 2007).

1.3 Declive de poblaciones de abejas

En los últimos 50 años se ha documentado un decremento en poblaciones locales en varias regiones del mundo (Biesmeijer *et al.* 2006; Kluser y Peduzzi, 2007; Burkle *et al.* 2003; Goulson *et al.*, 2015). Diferentes factores como la deforestación, cambio de uso de suelo, pérdida y fragmentación de vegetación, pesticidas, parásitos, introducción de especies exóticas y cambio climático, son los que amenazan a las abejas y sus hábitats.

Aunque al principio se había documentado el descenso en poblaciones de *Apis mellifera* (abeja de la miel/abeja común), actualmente son más las publicaciones que muestran el decremento de abejas nativas. En Europa se ha observado una pérdida en el número de abejorros, y en algunos casos extinciones locales (Goulson *et al.*, 2008; Kosior *et al.*, 2007). En Norteamérica, *Bombus franklini* originaria del norte de California y Oregón no ha sido observada desde 2006 (Goulson *et al.*, 2015). En Sudamérica, la introducción de *B. terrestris* ha conducido al declive de la abeja nativa *B. dahlbomii* (Schmid- Hempel *et al.*, 2013).

Las abejas como principales polinizadores, son componentes clave de la biodiversidad, por lo que la reducción o pérdida de éstas, influye en la supervivencia de la flora. Para asegurar este servicio se necesita una comprensión de los múltiples beneficios que proporciona la diversidad de polinizadores y de los factores que influyen en su disminución (UNEP, 2001).

Debido a la necesidad urgente de hacer algo en contra de la disminución de abejas, en 1999 se dio a conocer la declaración de Sao Paulo, dentro de la tercera reunión de la Conferencia de las Partes (COP), en ella se recomendó la supervisión del estado de las abejas y del declive de las mismas, además de abordar las causas de la decadencia y generar evaluaciones de la importancia económica de la polinización (Rosado, 2012). En los años posteriores, surgieron más iniciativas cuyos objetivos, similares, eran la cuantificación de la pérdida de polinizadores y los riesgos asociados, además del fortalecimiento y la construcción de conocimientos taxonómicos (Ghazoul, 2005).

Ya que las poblaciones de abejas son muy dinámicas (Roubik, 2001), se requiere buenas estrategias de muestreo, las cuales nos ayuden a distinguir entre el declive de las poblaciones de abejas, de un comportamiento normal de población, por lo que se requerirían muestreos que sean a lo largo de años, con lo cual se tendría un mayor entendimiento y una mejor prevención de estos descensos de individuos (Potts *et al.*, 2010). Además se hace aún más relevante la urgencia en la generación de conocimiento básico acerca de la composición de la fauna de abejas.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Estudios de abejas en México

En México cerca de 95 autores han descrito alrededor de 1,800 especies y subespecies (Ayala *et al.*, 2012). La historia de la taxonomía de abejas (Ayala *et al.*, 2012) se divide en cuatro etapas: La primera abarcó de 1758 a 1819, donde las descripciones fueron hechas por naturalistas que observaron ejemplares colectados por los primeros exploradores, se incluyeron a 23 especies en géneros poco definidos. La segunda etapa contempló de 1820 a 1889, con un total de 351 especies descritas, se enfocó en los trabajos realizados por Cresson y Smith, primeros especialistas en Hymenoptera. La tercera etapa entre 1890 y 1929, con un aumento significativo tanto en el número de descripciones como en el de especialistas, destacaron los trabajos de Cockerell el cual contribuyó con 443 especies; en este periodo, se publicó el único catálogo de abejas de México. La cuarta etapa se inicia en 1930, se dio el gran despegue de la sistemática de abejas en México, en esta etapa sobresalieron los trabajos realizados por Hurd, LaBerge, Michener, Snelling y Timberlake.

La fauna de abejas no ha sido suficientemente estudiada, en donde pocas localidades han sido bien muestreadas (Meléndez *et al.*, 2015). Entre los trabajos que se han hecho con abejas se encuentran: Godínez (1991) en San Gregorio, Guanajuato, con un total de 177 especies; Roubik *et al.* (1991) en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo con el registro de 90 especies; Estrada (1992) en la Sierra del Tigre, Jalisco con 171 especies; Fierros-López (1996) con 172 especies en el Volcán de Tequila, Jalisco; Ayala (1998) con 228 especies reportadas para Chamela, Jalisco; Vergara y Ayala (2002) en Zapotitlán de las Salinas, Puebla con 259 especies; Hinojosa-Díaz (2001, 2003) con 356 especies para la Sierra del Chichinautzin en el estado de Morelos; López (2003) en la Reserva de la Biosfera de Mapimi, Durango con 227 especies; Novelo-Rincón *et al.* (2003) con 110 especies para la Reserva de la Biosfera Río Lagartos y con 104 especies para Tecom, ambos en Yucatán; Godínez-García *et al.* (2004) reporta 180 especies en los Bosques Mesófilos del estado de Hidalgo, y Reyes *et al.* (2009) cuyo estudio realizó en Áreas Naturales Protegidas del estado de Yucatán reportando 130 especies. Hasta ahora los estados con mayor número de localidades estudiadas son Jalisco y Yucatán, por lo tanto, es claro que aún se requieren muestreos en muchas áreas del país.

2.2 Estudios de otros artrópodos en la REPSA

En la REPSA se han registrado 817 especies de artrópodos (Rueda-Salazar y Cano-Santana, 2009), de los cuales 735 pertenecen a hexápodos, 50 arácnidos de los cuales 47 pertenecen al orden Araneae, agrupadas en 15 familias (Ibarra, 1979), 20 especies ácaros, un quilópodo, un diplopodo y diez crustáceos. En el caso de hexápodos basales se tiene el registro de 11 familias de Colémbolos distribuidos en 40 especies (Palacios-Vargas, 1981). Dentro de los insectos, el taxón mejor representado es Lepidoptera con 309 especies, seguidos por Hymenoptera (74), Homoptera (61), Diptera (60) y Coleoptera (58).

Dentro de la clase Insecta se han realizado estudios de la fauna de los siguientes órdenes: Odonata, 14 especies (González-Soriano y Barba, 2007); Lepidoptera, 17 familias, de las cuales Noctuidae registra el mayor número de especies (127) (Beutelspacher, 1972; Katthain-Duchateau, 1971; Domínguez y Núñez-Farfán, 1994). Para Diptera, se distribuyen en 13 familias, donde Syrphidae presenta el mayor número de especies (37) (Butze y Sanpedro 1979; Rueda-Salazar y Cano-Santana, 2009). Coleoptera, tiene registrados 15 familias, de las cuales Chrysomelidae es la de mayor riqueza (Zaragoza, 1963). Thysanoptera cuenta con 44 especies (Johansen-Naime y Mojica, 2009). Los Orthoptera, presentan seis familias y 29 especies (Márquez-Mayaudon, 1968).

Los artrópodos son un grupo con una gran complejidad taxonómica y alta riqueza de especies, por lo que se puede inferir que aún existen especies nuevas o sin reporte para la ciencia, o podría darse el caso, que algunas de los taxones reportados no se han vuelto a observar en estudios posteriores (Rueda-Salazar y Cano-Santana, 2009).

2.3 Estudios de abejas en la REPSA

Se han realizado dos trabajos de abejas para la REPSA el de Hinojosa-Díaz (1996) y la tesis de licenciatura de Domínguez, 2009, la cual fue publicada en 2009 (Domínguez-Álvarez *et al.*, 2009). El primero presentó una lista faunística de las abejas de la REPSA, a partir de la revisión de los ejemplares en la colección del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM "Alfonso L. Herrera" y algunas recolectas realizadas en Abril 1993, en este trabajo se reportaron 97 especies. El segundo es un estudio faunístico realizó recolectas con red y trampas, y una metodología similar al presente trabajo, cita 29 especies de las cuales sólo 11 especies habían sido reportadas anteriormente por Hinojosa-Díaz (1996) (Anexo 1).

Debido a que ambos trabajos no son comparables, al no tener metodologías sistemáticas, y al existir una diferencia tan grande de especies reportadas entre ambos trabajos. Este estudio se realizó para conocer la riqueza actual de abejas en la REPSA, con una metodología sistemática, lo cual lo convierte en el punto de partida para el monitoreo de abejas dentro de la REPSA.

3. OBJETIVOS

General

-Conocer la riqueza actual de especies de abejas (Hymenoptera: Apoidea) presentes en la REPSA.

Particulares

- Realizar una lista de especies de abejas pertenecientes a la REPSA.
- Analizar, por medio de una curva de acumulación de especies, la riqueza de especies de abejas de la zona.
- Identificar la flora visitada por las especies de abejas de la REPSA.
- Determinar la relación entre las abejas visitantes y las plantas que visitan.
- Describir los patrones de actividad estacional de la fauna de abejas de la REPSA.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Localización

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en el interior de Ciudad Universitaria, se localiza al suroeste de la Ciudad de México dentro de las coordenadas de las $19^{\circ}18'21''\text{N}$ a $19^{\circ}20'11''\text{N}$ y $99^{\circ}10'15''\text{O}$ a $99^{\circ}12'4''\text{O}$, con una altitud que va desde 2,270 a 2,349 metros sobre el nivel del mar (Cano-Santana *et al.*, 2008). Cuenta con una extensión de 237.33 hectáreas, que se divide en tres zonas núcleo y 13 zonas de amortiguamiento (SEREPSA, 2013) (Fig. 4).

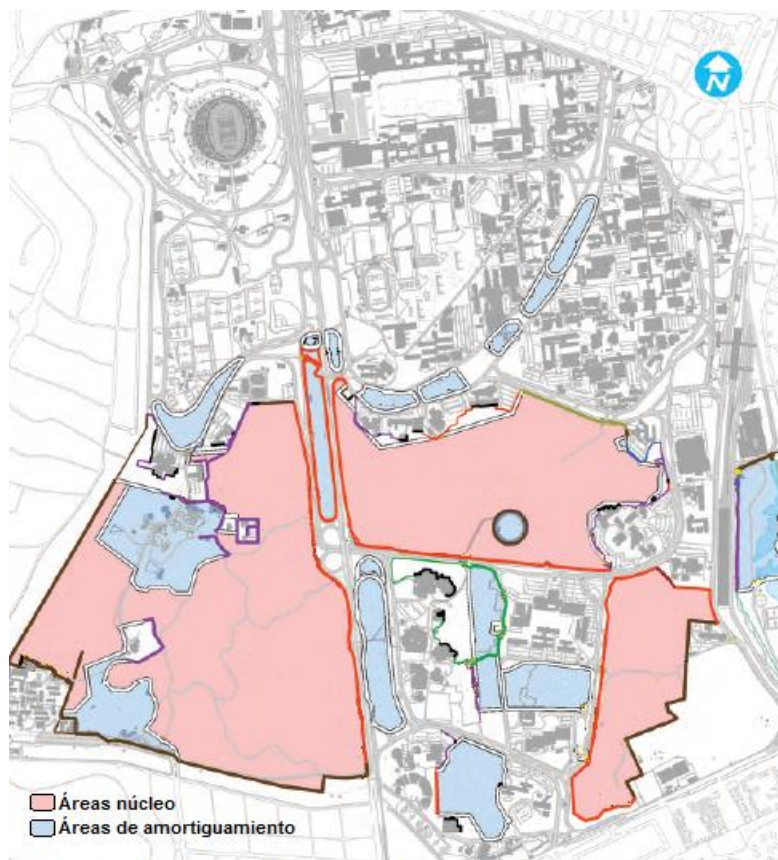


Figura. 4. Mapa de la REPSA, modificado de Lot *et al.*, 2012.

4.2 Geología y edafología

Originado por el derrame del volcán Xitle hace 1650 años, el sustrato es roca ígnea de origen basáltico (Siebe, 2000). El suelo relativamente nuevo, escaso, poco profundo y rocoso, la profundidad varía de 0 a 30 cm, con un promedio de 4.5 cm (Santibañez-Andrade, 2005; Castillo-Argüero et al., 2007). Dicho sustrato se originó a partir del enfriamiento de la lava, siendo su origen eólico (viento que enfrió la lava) y orgánico (organismos que llegaron a la zona). De tal forma, posee cantidad de materia orgánica, potasio y calcio, y es pobre en nitrógeno y fósforo aprovechables (Rzedowski, 1954; Carbajal, 1975) con un pH ligeramente ácido (Rzedowski 1954; Martínez-Orea, 2001).

4.3 Clima

El subtipo climático es templado subhúmedo con lluvias en verano [Cb(w1)w]. La precipitación promedio anual es de 833 mm y se distinguen dos épocas bien definidas: la seca, de noviembre a mayo y la de lluvias, de junio a octubre (Rzedowski, 1954). La temperatura media anual de 15.5°C (Valiente-Banuet y De Luna, 1990), sin embargo, debido a factores de cambio climático la temperatura ha ido incrementando ligeramente (Castillo-Argüero et al., 2007).

4.4 Vegetación

La vegetación de la REPSA se clasifica como matorral xerófilo (Rzedowski, 1954), debido a la poca profundidad de suelo (Rzedowski, 1954), se presentan principalmente las formas de crecimiento arbustivo y herbáceas. La especie dominante es *Pittocaulon praecox* (Cav.) H. Rob. & Brettell, conocida con el nombre de "palo loco". La flora representativa incluye: *Verbesina virgata* Cav., *Buddleja cordata* conocida como Tepozán Kunth, *Dahlia coccinea* Cav., *Echeveria gibbiflora* Lindl., *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq., *Opuntia tomentosa* Salm-Dyck, *Baccharis sordescens* DC., *Brickellia veronicifolia* (Kunth) Gray, *Wigandia urens* o mala mujer (Ruiz & Pavón) Kunth, *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schltl., entre otras (Cano-Santana, 1994). Además de contar con dos especies endémicas, la "Biznaga del chilito" y la orquídea "Chautle" (*Bletia urbana* Dressler). Se han registrado 337 especies vegetales (Castillo-Argüero et al., 2004).

5. MÉTODO

5.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en un periodo de 13 meses (abril 2015 a abril del 2016). Se realizaron 52 muestreos sistemáticos, de las 10:00 a las 17:00 horas dos veces por mes (cada dos semanas) en cada zona. Al final de este periodo se realizaron algunos muestreos no sistemáticos, por lo cual los ejemplares recolectados en este periodo fueron excluidos de los análisis estadísticos.

Se seleccionaron dos puntos de estudio; el primero de ellos ubicado en las cercanías del Jardín Botánico (JB) en el Zona Núcleo Poniente de la REPSA (zona A) y el segundo dentro del área de colecciones vivas del Jardín Botánico (zona B).

En cada zona se trazó un transecto rectilíneo de 330 m (Fig. 5), en cada transecto se colocaron diez trampas equidistantes (36.67 m entre cada trampa) (Cuadro 1). El transecto en la zona A siguió la orientación de la brecha central (nor-noreste a sur-suroeste), mientras que en la zona B el trazado fue con una orientación relativa de este-noreste a oeste-suroeste con la zona de crasuláceas en un extremo y el *arboretum* al otro, cubriendo la extensión del área central de colecciones vivas del JB.

Los muestreos involucraron dos métodos, el primero utilizando recipientes plásticos de color amarillo colocados de manera equidistante en un transecto lineal; el segundo utilizando redes entomológicas aéreas.



Figura. 5. Mapa del área poniente de la REPSA, donde se ubican los transectos.

Cuadro 1. Ubicación de las trampas en la zona A y B.		
Zona A: Brecha central, zona núcleo poniente.		
Trampa	Latitud	Longitud
a1	19°18'45.46"N	99°11'32.95"O
a2	19°18'46.59"N	99°11'32.53"O
a3	19°18'47.70"N	99°11'32.10"O
a4	19°18'48.82"N	99°11'31.67"O
a5	19°18'49.94"N	99°11'31.25"O
a6	19°18'51.06"N	99°11'30.82"O
a7	19°18'52.18"N	99°11'30.39"O
a8	19°18'53.31"N	99°11'29.96"O
a9	19°18'54.43"N	99°11'29.53"O
a10	19°18'55.56"N	99°11'29.09"O
Zona B: Área de colecciones vivas, dentro del Jardín Botánico.		
Trampa	Latitud	Longitud
b1	19°19'4.06"N	99°11'43.32"O
b2	19°19'4.51"N	99°11'42.16"O
b3	19°19'4.97"N	99°11'40.99"O
b4	19°19'5.43"N	99°11'39.83"O
b5	19°19'5.88"N	99°11'38.67"O
b6	19°19'6.34"N	99°11'37.51"O
b7	19°19'6.79"N	99°11'36.35"O
b8	19°19'7.25"N	99°11'35.19"O
b9	19°19'7.71"N	99°11'34.03"O
b10	19°19'8.16"N	99°11'32.87"O

Las trampas utilizadas fueron una modificación de las descritas por Droege (2012), consistiendo en recipientes plásticos amarillos de 200 ml de capacidad, sujetos por una abrazadera metálica a un tubo de acero cromado de 35 cm de longitud, el tubo se insertó en el suelo dejando la trampa fija y el recipiente suspendido al menos 15 cm sobre el suelo (Fig. 6). En cada una se vertió 100 ml de una solución de jabón neutro diluido en agua.



Figura 6. Modificación de trampa descritas por Droege (2012).

El muestreo con redes aéreas, fue en su mayoría realizado por dos personas, además se la recolecta fue en el área contigua al trazado del transecto en cada una de las dos zonas, según lo permitió el terreno. En el caso de la zona A se realizó un recorrido constante a lo largo de la brecha central, y en la zona B se recorrieron los senderos existentes entre las colecciones vivas del jardín botánico. En ambos casos la distancia perpendicular máxima de alejamiento respecto del trazado del transecto al momento de realizar muestreos con red aérea no fue mayor a 50 m.

Las trampas se colocaron al inicio del muestreo, dedicando el resto del tiempo al muestreo con red aérea. Al final del muestreo se recogió el líquido de cada trampa con los especímenes de abejas que son atraídos, se anotaron los datos de la identificación correspondientes a cada trampa. Los especímenes fueron preservados en alcohol al 70% para su posterior procesamiento e identificación. En el caso del muestreo con red aérea los organismos recolectados fueron sacrificados en tubos y cámaras letales con cianuro de potasio, para ser montados en seco.

5.2 Procesamiento de material biológico

Los organismos recolectados por ambos métodos fueron procesados e incorporados a la Colección Nacional de Insectos (CNIN) del Instituto de Biología de la UNAM, debidamente etiquetados con datos de colecta (localidad, fecha, hora, y especie vegetal o sustrato sobre la que fueron recolectados).

Para la identificación taxonómica de los ejemplares se utilizaron de manera inicial las claves genéricas de Michener (2007), y en su caso las claves disponibles para ciertos grupos. Se visitaron las colecciones de Hymenoptera del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” en la Facultad de Ciencias y la CNIN del Instituto de Biología de la UNAM, para la revisión de los ejemplares reportados para la REPSA, la comparación de morfos y asignación de nombres. En algunos casos los ejemplares fueron identificados por I. Hinojosa-Díaz, M. Carlos Balboa y M. Jorge Medina, especialistas del taxón.

5.3 Análisis de datos

Se realizó una base de datos con los siguientes campos: número de recolecta, la identificación del taxón, fecha, sitio, número de ejemplares, y temporada. Se realizó una curva de acumulación de especies utilizando el Modelo de Clench (Clench, 1979), y teniendo como unidad de esfuerzo los individuos acumulados. Para llevarla a cabo primero se realizaron aleatorizaciones de los datos, con el fin de evitar sesgos y controlar errores explícitos, por medio del programa EstimateS 9.1.0. (Corwell, 2013). Finalmente se realizó la curva con los datos aleatorizados en STATISTICA 7 (StatSoft Inc., 2004).

Se utilizó la abundancia relativa ajustada (ejemplares/personas-hora), con el fin de evitar sesgos debido a variaciones mensuales en el esfuerzo de colecta invertido. Además, con el fin de tener datos precisos sobre el tiempo en el año de muestreo se obtuvieron los datos de las variables meteorológicas de precipitación en la Estación Meteorológica del CCH-Sur.

En cuanto a la flora visitada, se les tomó fotografías, o en caso de ser necesario se recolectaron, los ejemplares de plantas en cuyas flores se hayan recolectado abejas, procurando incluir las principales estructuras para su para su determinación, la cual fue realizada en su mayoría por los especialistas del Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM.

Se construyó una red de interacción cualitativa a partir de la visita de abejas a las plantas. En el presente trabajo, se considera visita cuando la abeja tocaba la flor, si considerar si llegaban a polinizar, por néctar o robo de recursos. Se decidió omitir a *Apis mellifera*, debido a que la cantidad de individuos de esta especie es muy alta y el objetivo principal del estudio está enfocado hacia la riqueza de abejas.

La red se generó a partir del paquete Bipartite de la paquetería estadística R (R Core Team, 2017). Se obtuvo el índice de especialización de la red (H), dónde valores cercanos a 0 indican mayor generalización y valores cercanos a uno que el sistema tiende a ser especialista.

Por medio del programa ANINHADO (Guimarães P. R. y Guimarães P, 2006) se obtuvo el anidamiento NODF de la red de interacciones y se comparó con el valor esperado por azar con 1000 iteraciones de Modelo Nulo II. Para ver si la red formaba módulos se utilizó el programa Modular (Marquitti et al., 2014) con 1000 iteraciones y se corrieron modelos nulos para ver si la formación de módulos es significativamente diferente de lo esperado por azar.

6. RESULTADOS

6.1 Riqueza de abejas de la REPSA

De abril 2015 a abril 2016, se obtuvieron 2,303 especímenes, pertenecientes a cinco de las seis familias citadas para México, no se registró ninguna especie perteneciente a la familia Melittidae. Se obtuvieron 34 géneros y 70 morfoespecies, pero con las recolectas no sistemáticas realizadas al final del año se encontraron cuatro morfoespecies de la obtención de 348 ejemplares extra, haciendo un total de 74 especies (Cuadro 2). Sólo 35 (47.3%) se les pudo asignar nombre. Si lo comparamos con la diversidad de abejas reportada por Quezada y Ayala (2010) para el país, la cual es de 2,000 especies, la REPSA representa el 3.7% de la diversidad nacional de abejas.

Cuadro 2. Lista de especies reportadas en el presente estudio con sitio donde fueron recolectadas. Presenta un ordenamiento filogenético de acuerdo con Michener, 2007.

Familia	Especie	Zona A	Zona B
Colletidae	<i>Chilicola (Anoediscelis) ashmeadi</i> (Crawford)	2	5
	<i>Colletes algarobiae</i> Cockerell	1	17
	<i>Hylaeus (Prosopis) sp. 1</i>	90	69
	<i>Hylaeus (Prosopis) sp. 2</i>	16	12
	<i>Hylaeus (Prosopis) sp. 3</i>	4	5
	<i>Hylaeus (Prosopella) sp. 4</i>		1
Andrenidae	<i>Andrena sp. 1</i>	16	
	<i>Andrena sp. 2</i>	10	7
	<i>Andrena sp. 3</i>	5	
	<i>Calliopsis (Calliopsis) sp.</i>	3	
	<i>Protandrena (Pterosarus) sp.</i>		2
	<i>Protandrena (Heterosarus) asperatus</i> Timberlake	3	2
	<i>Protandrena (Heterosarus) sp.</i>		8
Halictidae	<i>Agapostemon (Agapostemon) texanus</i> Cresson	3	
	<i>Augochlora (Augochlora) smaragdina</i> Friese	10	17
	<i>Augochlorella (Augochlorella) pomoniella</i> Cockerell	2	2
	<i>Halictus (Halictus) ligatus</i> Say	1	
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 1</i>	13	
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 2</i>	11	12
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 3</i>	9	29
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 4</i>	1	1
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 5</i>	168	25
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 6</i>	2	16
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 7</i>	13	38

	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 8</i>	8	29
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 9</i>	12	18
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 10</i>	14	10
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp. 11</i>	2	2
	<i>Lasioglossum (Evylaeus) sp. 1</i>	1	
	<i>Lasioglossum (Evylaeus) sp. 2*</i>	1	
	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) desertum</i> (Smith)		3
	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) jubatum</i> (Vachal)	4	
	<i>Nomia (Acunomia) nortoni</i> (Cresson)	1	
	<i>Sphecodes sp.</i>	4	
Megachilidae	<i>Anthidiellum (Loyolanthidium) hondurasicum</i> (Cockerell)	2	
	<i>Anthidium (Anthidium) maculosum</i> Cresson		6
	<i>Ashmeadiella aff. bequaerti</i> Cockerell	1	
	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) sp. 1</i>	1	
	<i>Coelioxys (Boreocoelioxys) sp. 2</i>		1
	<i>Lithurgus (Lithurgopsis) littoralis</i> Cockerell	6	5
	<i>Megachile (Cressoniella) zapoteca</i> Cresson	60	104
	<i>Megachile (Sayapis) sp. 1</i>	1	
	<i>Megachile (Cressoniella) sp. 2*</i>	1	
	<i>Osmia (Diceratosmia) azteca</i> Cresson	9	
<i>Paranthidium (Paranthidium) gabbii</i> (Cresson)	89	13	
Apidae	<i>Anthophora (Anthophoroides) californica</i> Cresson	1	3
	<i>Anthophora (Anthophoroides) marginata</i> Smith		1
	<i>Anthophora (Anthophoroides) sp.*</i>		1
	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus	51	50
	<i>Bombus (Pyrobombus) ephippiatus</i> Say	28	9
	<i>Bombus (Fervidobombus) pennsylvanicus sonorus</i> Say	4	2
	<i>Centris (Paracentris) atripes</i> Mocsáry	3	6
	<i>Centris (Hemisiella) nitida</i> Smith	1	2
	<i>Centris (Hemisiella) transversa</i> Pérez	10	7
	<i>Ceratina (Calloceratina) sp. 1</i>	79	46
	<i>Ceratina (Calloceratina) sp. 2</i>	4	
	<i>Ceratina (Ceratinula) sp. 3</i>	7	2
	<i>Ceratina (Calloceratina) sp. 4</i>	4	112
	<i>Ceratina (Calloceratina) sp. 5</i>	32	40
	<i>Ceratina (Calloceratina) sp. 6</i>	260	77
	<i>Deltoptila aurulentocaudata</i> (Dours)		14
	<i>Deltoptila badia</i> (Dours)	1	5
	<i>Deltoptila elefas</i> (Friese)		3
	<i>Diadasia sp. 1</i>	25	2
<i>Diadasia sp. 2*</i>	1		

<i>Eulaema (Apeulaema) polychroma</i> (Mocsáry)		3
<i>Melissodes (Melissodes) tepaneca</i> Cresson	17	3
<i>Syntrichalonia exquisita</i> (Cresson)	2	
<i>Thygater (Thygater) montezuma</i> (Cresson)	4	48
<i>Triepeolus</i> sp. 1	7	
<i>Triepeolus</i> sp. 2	1	
<i>Xylocopa (Notoxylocopa) guatemalensis</i> Cockerell	16	2
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) mexicanorum</i> Cockerell	19	13
<i>Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca</i> (Cresson)	93	127
Total	1,267	1,036

*Especies recolectadas al finalizar el estudio

De acuerdo con el método de recolecta 112 ejemplares y 21 especies fueron obtenidos en trampas jabonosas, mientras que 2,191 y las 74 especies fueron recolectados por medio de red aérea

En la Zona Núcleo Poniente de la REPSA se recolectaron y registraron 1,267 individuos y 63 especies, 22 especies fueron exclusivas a ésta. Por su parte en el Jardín Botánico tuvo 1,036 individuos recolectados y 52 especies, con 11 que sólo se encontraban en esta zona (Cuadro 2).

Se registraron cinco especies cleptoparasitas, que representan el 7% de las especies reportadas para la REPSA; estas se encuentran dentro de tres géneros: *Coelioxys* (Megachilidae), *Triepeolus* (Apidae) y *Sphecodes* (Halictidae). El resto de las especies son recolectoras de polen.

El 58.1% (43 especies) se encuentran representadas por ambos sexos, mientras que, el 41.9% (27 especies) sólo están representadas por un sexo: de las cuales 20 sólo por hembras y siete por machos. Además, se recolectó un ejemplar ginandromorfo, es decir, un individuo que tiene características morfológicas de macho y de hembra, de la especie *Megachile (Cressoniella) zapoteca* (Anexo 4, Fig. 40).

Apidae fue la familia mejor representada con 29 (39%) especies, le sigue Halictidae con 21 (28%), Megachilidae con 11 (15%), Andrenidae con siete (10%) y Colletidae con seis (8%) (Fig. 7a). La familia con mayor cantidad de individuos recolectados fue Apidae con 1,246 (54%); seguida por, Halictidae con 481 (21%), Megachilidae con 298 (13%), Colletidae con 222 (10%) y finalmente Andrenidae con 56 (2%) (Fig. 7b). Por otro lado, la familia Apidae, muestra 13 géneros (40%) seguida por, Halictidae y Megachilidae siguen cada una con siete (21%) y, Colletidae y Andrenidae con tres cada una (9%).

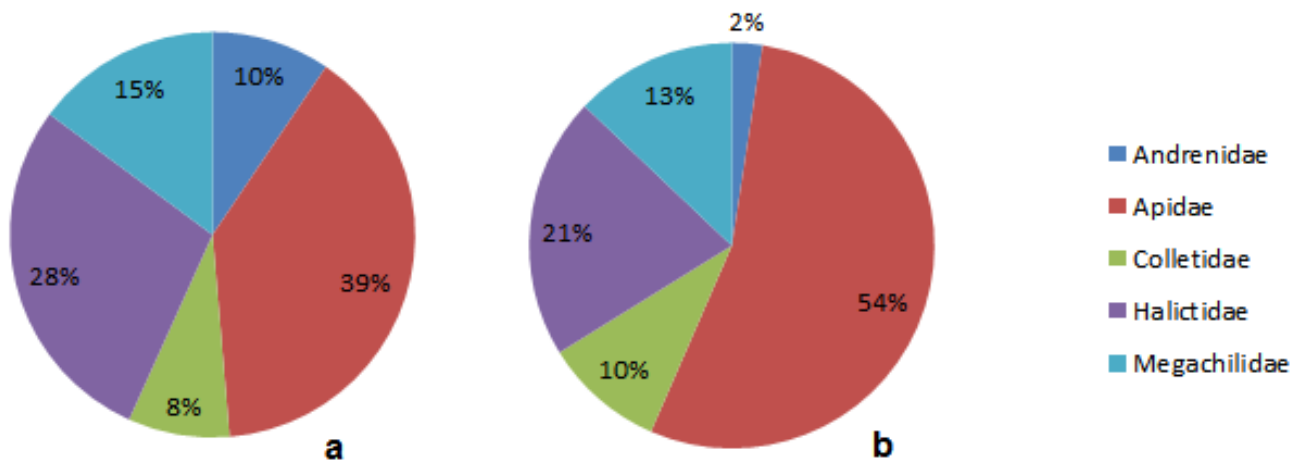


Figura. 7. Porcentaje de especies (a) y porcentaje de individuos por familia (b).

A nivel genérico *Lasioglossum* con un total de 14 especies y *Ceratina* con seis fueron los más diversos, seguidos de *Hylaeus* con cuatro. Cinco géneros únicamente presentan tres especies, seis sólo dos y los restantes 20 géneros sólo una. Los que tuvieron mayor número de individuos recolectados fueron *Ceratina* con 663, *Lasioglossum* con 441 y *Xylocopa* con 270, que en conjunto representan el 60% de todos los individuos recolectados durante este estudio.

Dentro de las especies más abundantes (Anexo 3) se encuentran *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6 (Fig. 38) con 337, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca* (Fig. 39) con 220, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5 (Fig. 36) con 193, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca* (Fig. 37) con 164 e *Hylaeus* sp. 1 (Fig. 35) con 159 individuos; cuatro especies tuvieron entre 100-130, 51 especies tuvieron entre dos y 80, y diez especies tuvieron sólo un individuo recolectado.

Se encontraron 20 registros nuevos de especies, de los cuales siete se reconocen como morfoespecies sin epíteto específico asignado. Ocho géneros también corresponden a registros nuevos (Anexo 2, Cuadro 3). De la revisión de material de la colección Nacional de Insectos del IB, UNAM se encontró un total de 16 especies, de las cuales seis no se habían reportado anteriormente, ni en el presente estudio (Anexo 1).

Cuadro 3. Listado de los nuevos registros obtenidos en el presente estudio.	
Familia	Especie
Colletidae	<i>Chilicola (Anoediscelis) ashmeadi</i> (Fig. 15) <i>Colletes algarobiae</i> (Fig. 16)
Halictidae	<i>Agapostemon (Agapostemon) texanus</i> (Fig. 17) <i>Nomia (Acunomia) nortoni</i> (Fig. 18)
Andrenidae	<i>Calliopsis</i> sp. (Fig. 19) <i>Protandrena (Pterosarus)</i> sp. (Fig. 20)
Megachilidae	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys)</i> sp. (Fig. 21) <i>Coelioxys (Boreocoelioxys)</i> sp. (Fig. 22)
Apidae	<i>Anthophora (Anthophoroides) californica</i> (Fig. 23) <i>Anthophora (Anthophoroides) marginata</i> (Fig. 24) <i>Centris (Paracentris) atripes</i> (Fig. 25) <i>Centris (Hemisiella) nitida</i> (Fig. 26) <i>Centris (Hemisiella) transversa</i> (Fig. 27) <i>Deltoptila aurulentocaudata</i> (Fig. 28) <i>Deltoptila badia</i> (Fig. 29) <i>Eulaema (Apeulaema) polychroma</i> (Fig. 30) <i>Thygater (Thygater) montezuma</i> (Fig. 31) <i>Triepeolus</i> sp. 1 (Fig. 32) <i>Triepeolus</i> sp. 2 (Fig. 33) <i>Xylocopa (Neoxylocopa) mexicanorum</i> (Fig. 34)

6.2 Riqueza Estimada de abejas de la REPSA

De acuerdo con el Modelo de Clench (79 especies estimadas), en este estudio se cuenta con 88.6% de las especies estimadas para la REPSA (Fig. 8). Con un valor ajuste (R^2) de 0.9921. Además, el modelo estima que la especie 71, se obtendría recolectando entre 225 y 525 ejemplares adicionales (Fig. 8), bajo el mismo método.

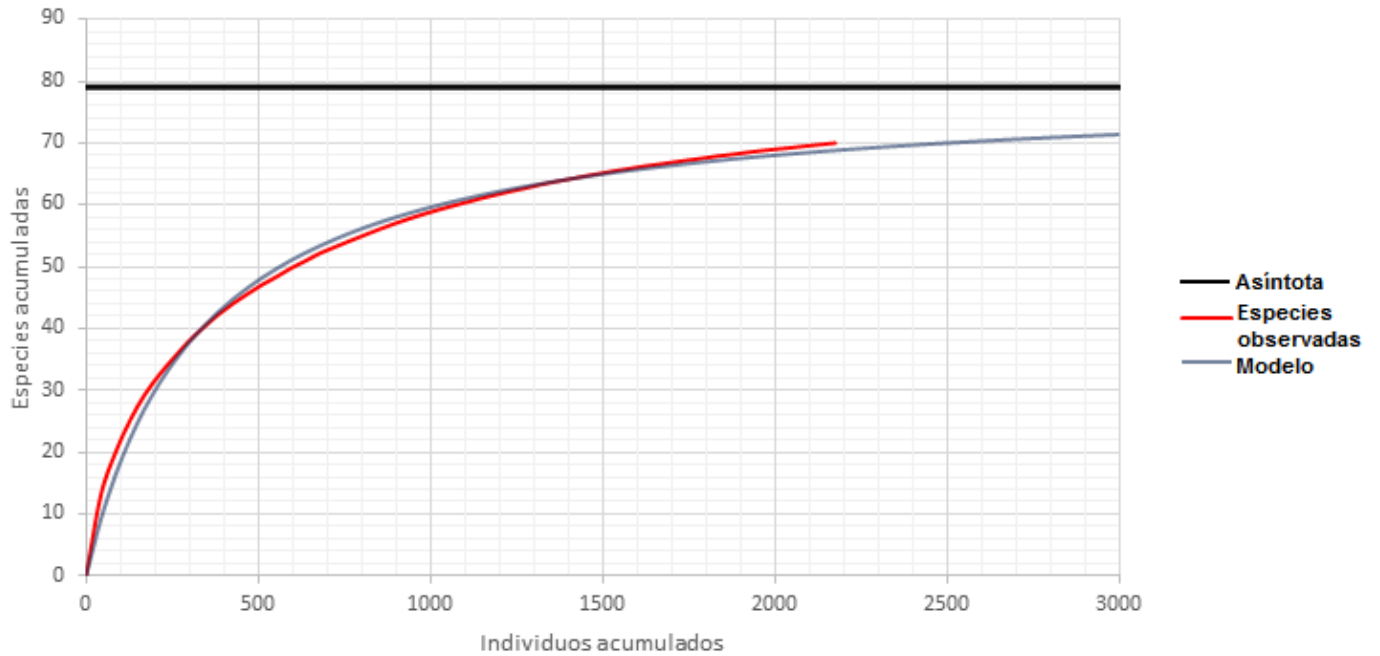


Figura 8. Curva de acumulación de especies obtenida por medio del Modelo de Clench.

6.3 Distribución estacional

En el mes de junio se inició el aumento de riqueza y abundancia, dando inicio a la época de lluvias; donde se registró el mayor número de especies y ejemplares recolectados de abejas. A mediados de esta época se inició el aumento de riqueza y abundancia (Fig.9 y Fig.10). Se registró para esta época un total de 68 especies, de las cuales, 24 fueron exclusivas de la misma. Todas las familias estuvieron representadas en esta época, además se recolectaron 1,193 ejemplares, lo que representa el 52% del total de recolectado.

Durante las lluvias septiembre fue el mes con mayor número de especies y ejemplares con 42 (60%) y 321 (9.44 ejemplares/hora-persona) respectivamente, mientras que junio con 28 (40%) y 180 (4.5 ejemplares/hora-persona) fue el mes con menor cantidad especies e individuos recolectados (Fig.9 y Fig.10).

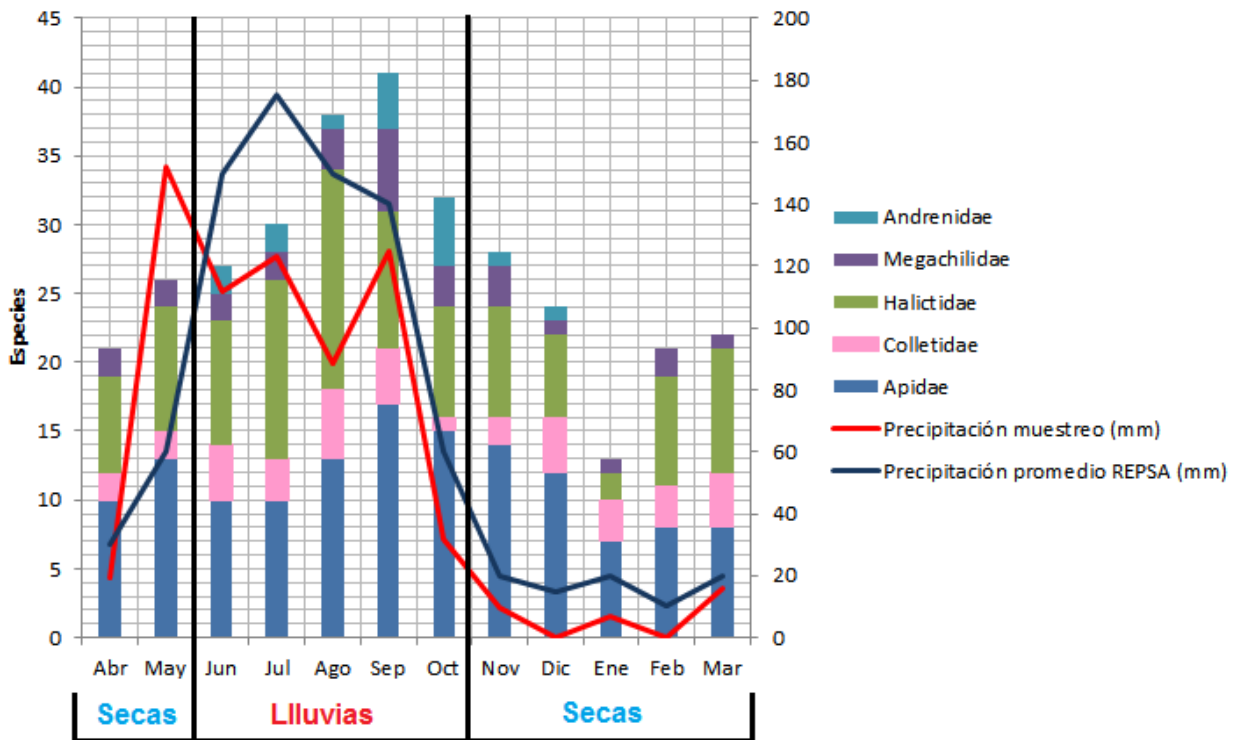


Figura. 9. Número de especies agrupadas por familia, recolectadas por mes, adicionando la precipitación promedio que se tuvo a lo largo del año de recolecta y la reportada para la REPSA.

En la época de secas se recolectaron 45 especies, seis son propias a está. Se recolectaron 1,110 (48%) especímenes correspondientes a las cinco familias, lo que no es una diferencia significativa de los colectados en lluvias, sin embargo, se puede observar que la abundancia de las especies activas en esta época aumenta (Fig.12).

El mes de mayo, considerado dentro de la época seca, destaca por el ser que tiene mayor precipitación de todo el año, lo que nos hace inferir que la recolecta se realizó en un año atípico a lo reportado para la REPSA (Fig. 9).

En éste periodo, noviembre presentó mayor número de especies con 30, a su vez enero fue el mes con menor número de especies con 13 (Fig. 9). Marzo fue el mes con mayor abundancia con 209 (6.5 ejemplares/hora-persona) individuos y febrero presento la menor cantidad de organismos con 119 (3.00 ejemplares/hora-persona) (Fig. 10).

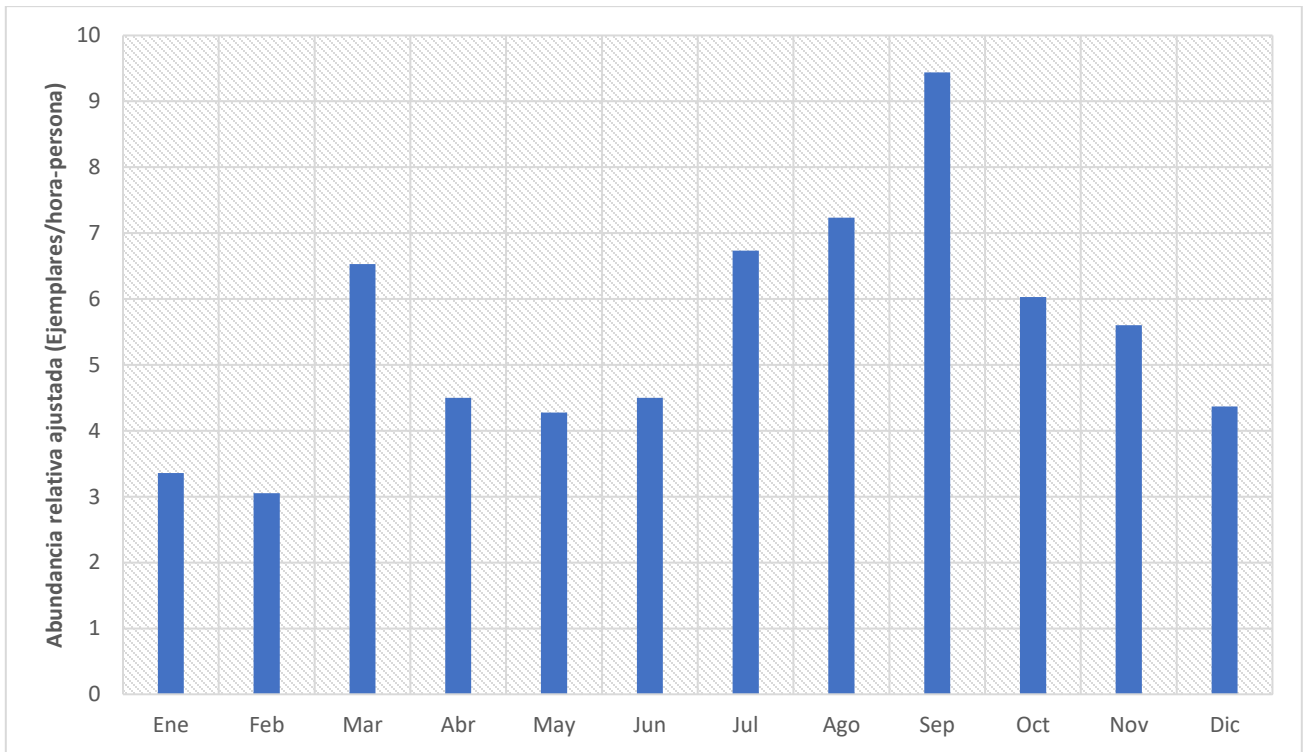


Figura 10. Variación de la abundancia a lo largo del muestreo.

Todas las familias presentaron un patrón de riqueza similar a lo largo del año, donde el aumento es en la época de lluvias, principalmente de agosto a octubre, con excepción de Colletidae y Andrenidae. Se observó que enero es el mes con menos riqueza de especies. La familia Andrenidae, se presentó especies durante toda la época de lluvias y los dos primeros meses de secas (noviembre y diciembre) (Fig. 11).

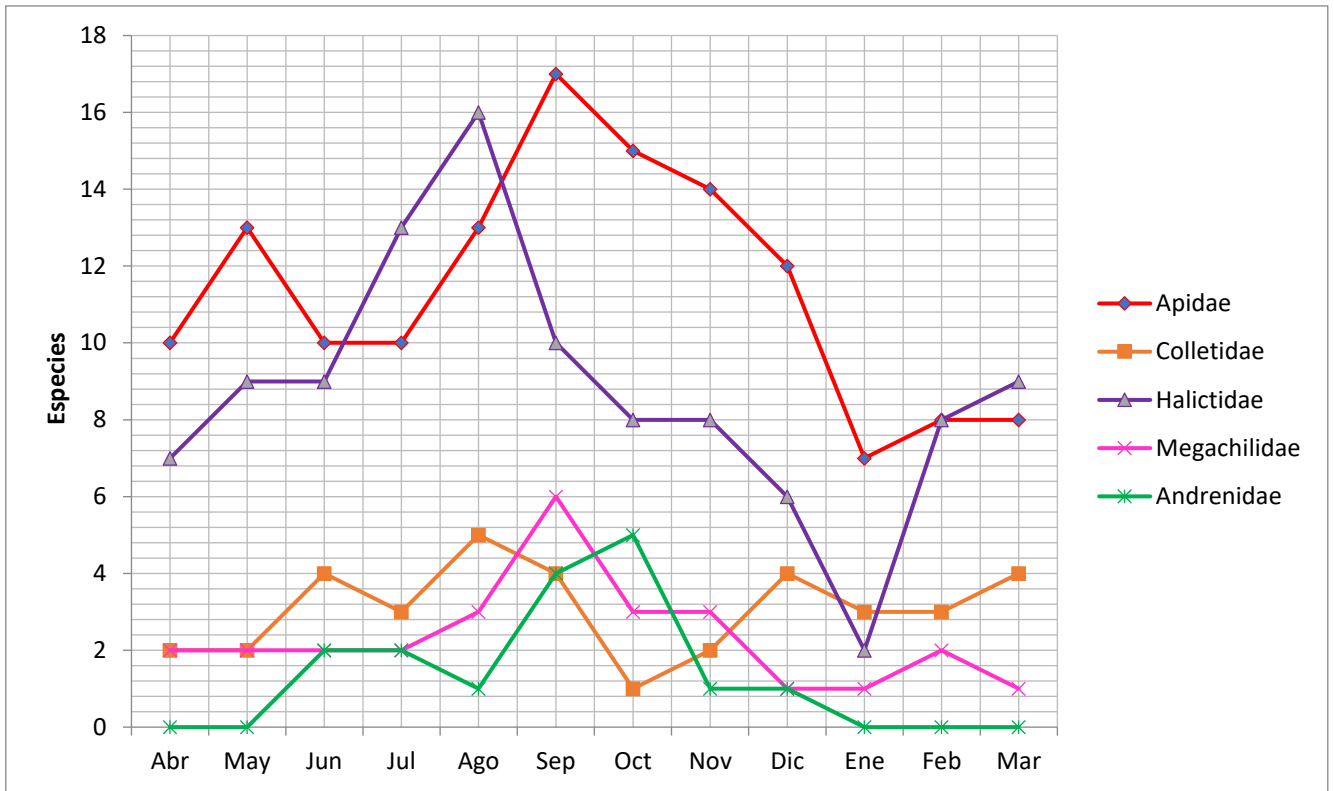


Figura 11. Variación mensual de la riqueza por familia a lo largo del año.

En la figura 12, se observa la riqueza y abundancia de la apifauna a lo largo del año, en donde se tiene que especies 15 se recolectaron sólo en un mes del año, 35 entre dos y seis meses, diez entre siete y diez meses, dos sólo se registraron 11 meses y ocho especies se registraron todo el año, principalmente miembros de la familia Apidae

		Secas					Lluvias				Secas		
		Ene	Feb	Mar	Abr	Mav	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Colletidae	<i>Chilicola ashmeadi</i>	2	1	1			1		1				1
	<i>Colletes algarobiae</i>						1		13	4			
	<i>Hylaeus</i> sp 1	24	18	9	16	24	14	8	9	22	2	5	8
	<i>Hylaeus</i> sp 2	1	1	3	3	3	1	4	2	6		4	
	<i>Hylaeus</i> sp 3							4	5				
	<i>Hylaeus</i> sp 4											1	
Andrenidae	<i>Andrena</i> sp 1									4	9	2	1
	<i>Andrena</i> sp 2									12	5		
	<i>Andrena</i> sp 3										5		
	<i>Calliopsis</i> sp						1	1	1				
	<i>Protandrena (Heterosarus) asperatus</i>								2	3			
	<i>Protandrena (Heterosarus) sp</i>						2	3		2	1		
	<i>Protandrena (Pterosarus) sp</i>								1	1			
Halictidae	<i>Agapostemon texanus</i>								3				
	<i>Augochlora smaragdina</i>		3	7	1		1	4	3	2	1	5	
	<i>Augochlora pomoniella</i>			1	1			2					
	<i>Halictus ligatus</i>									1			
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 1</i>					1	1	3	3	3	2		
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 10</i>		3	1		5	1	8	3	1		2	
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 11</i>							3		1			
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 2</i>					4	1	1	4	3	1	5	4
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 3</i>		3	1	4	6	10	6	6		1		1
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 4</i>								1	1			
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 5</i>	29	27	24	14	6	15	9	17	5	7	21	19
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 6</i>		1	1	2	1	2	5	3		2		1
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 7</i>	2	5	6	13	1	8	9	2	1		1	3
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 8</i>		1	1	2	1	3	13	10	3	1		2
	<i>Lasioglossum (Dialictus) sp 9</i>		2	3		7	4	5	3	3		3	
	<i>Lasioglossum (Evylaeus) sp</i>			1									
	<i>Lasioglossum desertum</i>							2	1				
	<i>Lasioglossum jubatum</i>								3			1	
	<i>Nomia nortoni</i>								1				
<i>Sphecodes</i> sp				1				1		1	1		
Megachilidae	<i>Anthidiellum hondurasicum</i>									1		1	
	<i>Anthidium maculosum</i>								2	4			
	<i>Ashmeadiella aff. bequaerti</i>		1										
	<i>Coelioxys</i> sp1							1					
	<i>Coelioxys</i> sp2									1			
	<i>Lithurgus littoralis</i>				8	2	1						
	<i>Megachile zapoteca</i>	6	10	5	4	16	12	24	44	21	13	1	8
	<i>Megachile</i> sp									1			
	<i>Osmia azteca</i>										9		
	<i>Paranthidium gabbii</i>								13	71	17	1	
Apidae	<i>Anthophora californica</i>										3	1	
	<i>Anthophora marginata</i>									1			
	<i>Apis mellifera</i>	5	3	5	16	19	14	8	6	6	8	5	6
	<i>Bombus ephippiatus</i>				1	2	3	16	11	3		1	
	<i>Bombus pensylvanicus sonorus</i>					1		3	1	1			
	<i>Centris transversa</i>							3	8	4		1	1
	<i>Centris atripes</i>								4	5			
	<i>Centris nitida</i>				1	1			1				
	<i>Ceratina</i> sp 1	8	3	15	12	12	16	15	5	5	10	17	7
	<i>Ceratina</i> sp 2			2			1				1		
	<i>Ceratina</i> sp 3			1	1	6						1	
	<i>Ceratina</i> sp 4	3	5	60	7	10	2	6	4		7	3	9
	<i>Ceratina</i> sp 5	2	1	15	4	6	3	10	9	5	9	7	1
	<i>Ceratina</i> sp 6	1	9	27	35	12	42	36	14	46	75	38	2
	<i>Deltoptila elefas</i>										6	7	1
	<i>Deltoptila badia</i>									6			
	<i>Deltoptila aurulentocaudata</i>									1		2	
	<i>Diadasia</i> sp			1	17		8	1					
	<i>Eulaema polychroma</i>					3							
	<i>Melissodes tepaneca</i>								3	13	1	1	2
	<i>Syntrichalonia exquisite</i>									1	1		
	<i>Thygater montezuma</i>								12	33	4	2	1
<i>Triepoelus</i> sp 1									6	1			
<i>Triepoelus</i> sp 2										1			
<i>Xylocopa guatemalensis</i>		2		3	1						5	7	
<i>Xylocopa mexicanorum</i>	4	1			6	2	2	3	4	1	2	7	
<i>Xylocopa tabaniformis azteca</i>	54	19	19	5	15	10	14	9	4	11	22	38	
		141	119	209	171	171	180	229	246	321	217	168	131

Figura. 12. Matriz presencia-ausencia de las especies a lo largo del año.

6.4 Flora visitada

De 2,303 abejas recolectas, 1,720 (75%) individuos, pertenecientes a 66 (89%) especies fueron capturadas cuando visitaban una flor. La flora visitada corresponde a 81 especies, 64 géneros y 27 familias.

La familia Asteraceae, resalta con más visitas, con un total de 40 especies de abejas. Le sigue Verbenaceae con 30, Lamiaceae con 28, Nyctaginaceae con 26 y Fabaceae con 22 especies. Las 22 familias restantes presentaron menos de 20 especies, 12 de las cuales no rebasan la visita de 10 especies de abejas (Fig. 13).

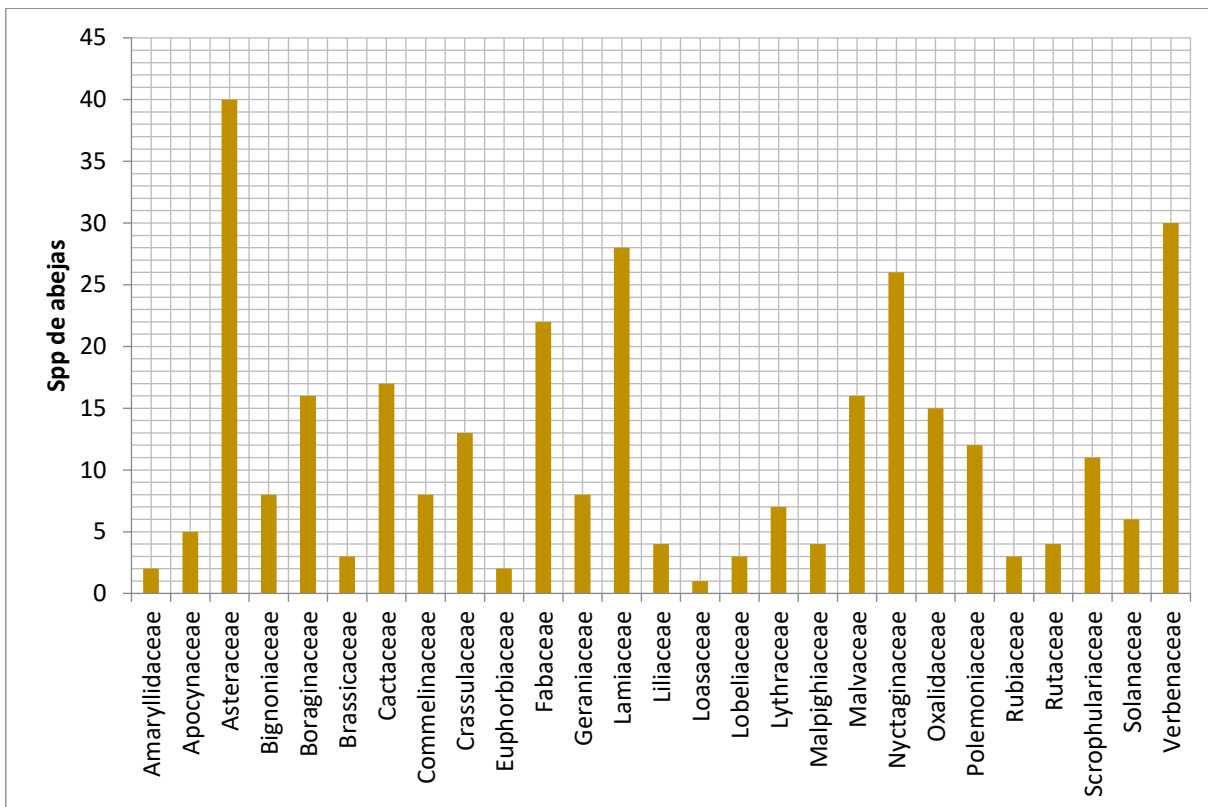


Figura. 20. Familias de plantas por número de especies de abejas visitantes

En cuanto al número de ejemplares de abejas recolectados sobre flores, Asteraceae presentó la mayor abundancia con 443 (26%) del total recolectado, seguido de la familia Lamiaceae con 276 (16%), Boraginaceae y Fabaceae con 188 (11%) y 177 (10%) ejemplares respectivamente. El resto de las familias conjuntan el 37% de los ejemplares recolectados sobre flores (Fig. 13).

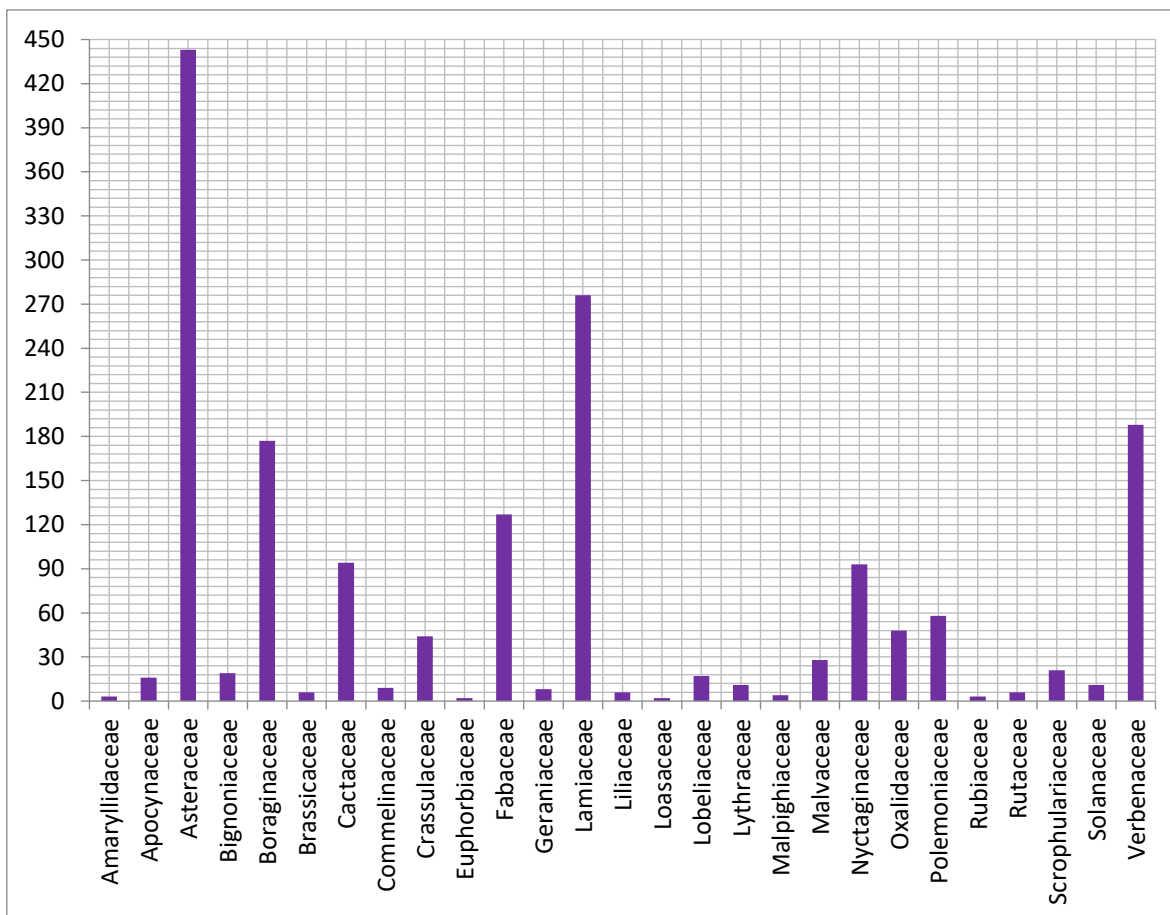


Figura. 13. Familias de plantas por número de ejemplares de abejas recolectados en visitas florales.

Verbena carolina con 30 especies de abejas teniendo como principales visitantes a integrantes de los géneros *Lasioglossum*, *Ceratina* e *Hylaeus* (taxones con mayor diversidad de especies y organismos colectados), *Mirabilis jalapa* con 26, *Bidens* sp. 1 con 22 especies y *Phaseolus leptostachyus* con 19, fueron las que presentaron el mayor número de especies de abejas registradas (Anexo 5, Fig. 14). Las especies de plantas sobre las que fueron recolectadas más individuos de abejas fueron *Verbena carolina* (188), *Wigandia urens* (175), *Bidens* sp. 1 (144), *Mirabilis jalapa* (93) y *Dahlia coccinea* (91), las cuales en conjunto acumularon el 40% de las especies de abejas colectadas sobre flores.

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 6, *Apis mellifera*, *Hylaeus* sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4 y *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca* fueron las especies de abejas que visitaron mayor cantidad de especies de plantas (Fig. 14). Mientras que *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca* y *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, fueron la especies con mayor número de ejemplares colectados sobre flores.

El valor obtenido para el índice de especialización fue de 0.33, por lo que el sistema presenta un patrón definido de generalismo. El valor de anidamiento NODF obtenido fue de 7.41 puntos, lo que es distinto al anidamiento esperado por azar (14.78), por lo que se

infiere que la red resultante es anidada. Se obtuvieron siete módulos, los cuales no resultaron significativamente diferentes a lo esperado por el azar ($p=0.99$).

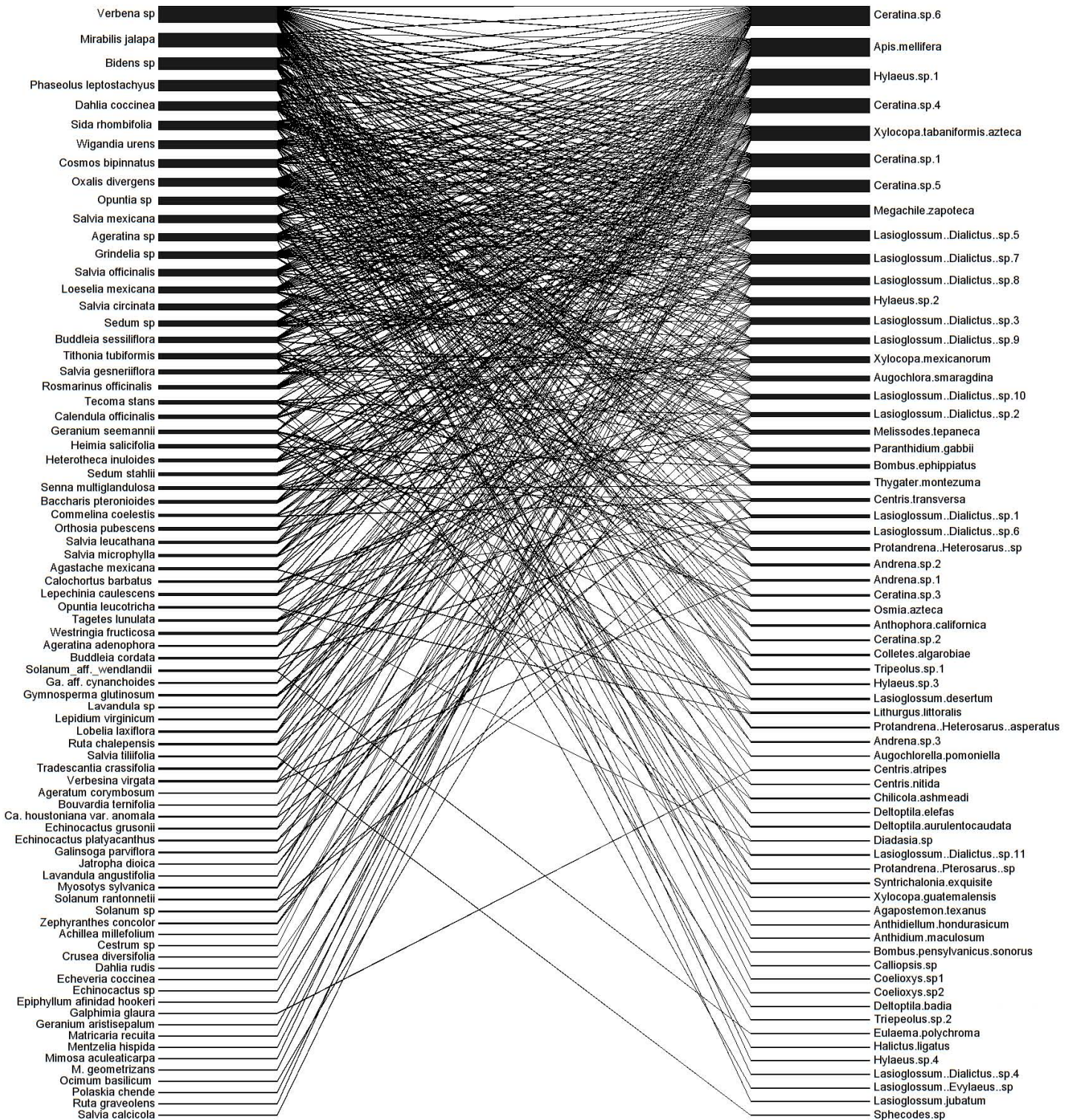


Figura14. Red de interacción planta-abeja obtenida para la REPSA.

7. DISCUSIÓN

7.1 Riqueza de abejas

En la mayoría de trabajos realizados en el país, Apidae es la familia con mayor riqueza, lo que coincide con los resultados obtenidos en este trabajo. Sin embargo, el patrón difiere en algunos trabajos, tales como los estudios de la fauna de abejas de los bosques mesófilos de Hidalgo (Godínez-García *et al.*, 2004), de la Biosfera de Mapimi, Durango (López, 2003) y el trabajo realizado anteriormente por Hinojosa-Díaz (1996), en la REPSA.

Hinojosa-Díaz (1996) registró a Halictidae como la familia más rica, sin embargo, Halictidae y Apidae, sólo difieren por dos especies. En dicho trabajo es muy posible que se haya sobreestimado el número de especies del género *Lasioglossum*, particularmente del subgénero *Dialictus*, dado a la taxonomía del grupo. Lo que explicaría que Halictidae haya sido considerada la familia más diversa por Hinojosa-Díaz. Por otro lado, en el trabajo realizado por Domínguez (2009), coincide con lo encontrado en el presente estudio, es decir, Apidae es la de mayor riqueza.

Lasioglossum fue el género con más riqueza, lo cual coincide con los dos trabajos anteriormente reportados para la REPSA (Hinojosa-Díaz, 1996; Domínguez, 2009), y con trabajos en otras regiones del país (Fierros-López, 1996, 1998; Hinojosa-Díaz, 2001, 2003; Godínez-García *et al.*, 2004). Siendo un taxón con mayor presencia y diversificación en las áreas montañosas en el centro del país (Hinojosa-Díaz, 2001, 2003). Además, debido a la problemática taxonómica del género, se requiere de mayor inversión en cuanto a la revisión taxonómica y su filogenia, y por lo tanto, es muy posible que los subgéneros *Dialictus* y *Evyllaes* contengan un número considerable de especies nuevas para la ciencia (Ayala *et al.*, 2012) y se separen en géneros nuevos.

Al comparar las especies aquí reportadas con el primer trabajo apifaunístico realizado en 1996, donde se registraron 97 especies de la revisión de 858 ejemplares, en su mayoría depositados en la colección del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM y muy pocos colectados directamente por el autor. De total de especies registradas por Hinojosa-Díaz (1996), 19 se comparten para el presente estudio, dejando en claro que no todas ellas se pudieron comparar, debido a que la mayoría de los ejemplares no se encontraban disponibles.

En el mismo trabajo, menciona que *Ceratina* y *Lasioglossum (Dialictus)*, son taxones poco conocidos y de una determinación taxonómica complicada, asignando machos y hembras como morfoespecies distintas; a diferencia de este trabajo, donde bajo revisión exhaustiva se asignaron machos y hembras a la misma morfoespecie, cuando se tenía evidencia para ello; por lo que, es posible que la riqueza de especies en el estudio de Hinojosa-Díaz (1996) esté sobrestimada. Tomando en consideración lo antes mencionado, se reduciría la riqueza alrededor de un 20%, presentado una cantidad de especies similar a los resultados del presente estudio.

Hinojosa-Díaz (1996), presentó un estudio con enfoque basado en la revisión de especímenes depositados en una colección, lo cual no lo hace comparable con el presente estudio, al considerar especímenes recolectados por diferentes personas con diferentes propósitos y en un espacio de tiempo no continuo, a diferencia de la colecta sistemática como se realizó en el presente estudio.

El segundo estudio (Domínguez *et al.*, 2009), reporta 29 especies de, a partir de la revisión de 372 especímenes recolectados de manera continua presuntamente durante un año. Al comparar con el presente trabajo, se comparten 11 especies. Sin embargo, sus especímenes no fueron localizados en ninguna colección por lo que no pudieron ser cotejados con los del presente estudio, para reducir o aumentar el número de morfoespecies reportadas.

El trabajo de Figueroa-Castro y Cano-Santana (2004), cuyo objetivo era encontrar a los visitantes florales de cinco especies de asteráceas, citan ocho especies de abejas, reportando la presencia de *Mexalictus* sp. y *Bombus fervidus sonomae* Howard en la REPSA; sin embargo, es muy probable que haya existido una mala determinación de estas especies (Ricardo Ayala, com. pers.), las cuales no son reportadas en los trabajos Hinojosa-Díaz (1996) y Domínguez (*et al.*, 2009), ni en el presente, lo cual permite inferir que no están en la zona.

Al comparar las tres listas apifaunísticas realizadas en la REPSA (Anexo 1), es necesario resaltar la importancia del reconocimiento de las especies y la dificultad implícita de muchos de los géneros de abejas, para lo cual se deben hacer estudios filogenéticos y revisiones taxonómicas. Los autores de estas listas han determinado diferente algunas de las especie presentes:

-*Ceratina mexicana* citada por Domínguez (2009), es la especie más abundante por mucho, por lo que se asume que en el presente estudio, esta correspondería a la morfoespecie *Ceratina* sp. 6, dada la abundancia. Sin embargo, al no contar con los ejemplares de Domínguez no se compararon las morfoespecies recolectadas. No obstante, siendo *Ceratina mexicana* una especie accesible a ser reconocida taxonómicamente y no estar representada en el presente muestreo, se duda de la presencia de la misma en la REPSA y se considera un probable error de determinación.

-Las especies *Centris cockerelli* (Hinojosa-Díaz, 1996) y *Centris mexicana* (Domínguez *et al.*, 2009), tampoco pudieron ser corroboradas por la falta de especímenes; sin embargo, dichas especies no se distribuyen esta parte del país (J. Mérida y C. Balboa, com. Pers.), por lo cual no deben ser consideradas para la REPSA

-La especie *Thygater analis* reportada anteriormente (Hinojosa-Díaz, 1996; Domínguez, 2009; Domínguez *et al.*, 2009), se duda de su identificación taxonómica, al comparar los ejemplares de la única morfoespecie reportada para el género *Thygater* del presente estudio, con los depositados en la Colección del Museo de la Facultad de Ciencias; no compartían caracteres morfológicos con los con los previamente determinados por expertos del área, pero se encontraron semejanzas con la especie *Thygater montezuma*.

La ausencia de las especies identificadas a partir de la CNIN (Anexo1), puede explicarse por: 1. considerar que dichas especies estuvieron presentes y ya no lo están, debido a la reducción y fragmentación del área del Pedregal de San Ángel. 2. que todavía encuentren en la zona de la REPSA, pero no fueron observadas. 3. que no se cubrieron todos los micro hábitats y etologías de las abejas presentes en la REPSA. Una combinación de las anteriores explicaciones, es decir, existen especies que ya no se encuentran y además, especies que no fueron observadas, como es el caso de *Ptiloglossa* sp., especie que pertenece a un género de abejas cuya actividad es crepuscular muy temprano o muy tarde en el día, debido a la preferencia de los bajos niveles de luz; los especímenes depositados en la CNIN tienen datos de colecta de las 5:00 am, y por cuestiones

logísticas durante este estudio no se cubrieron dichas horas, por lo que no se puede descartar que dicha especie aún exista en la zona.

Debido a que las abejas son insectos con alta capacidad de vuelo, se podría pensar que serían bastante exitosas al cruzar fácilmente hacia otros lugares, sin embargo, de acuerdo con Michener (1979) esto no sucede así en la mayoría de las especies de abejas. Además, las abejas solitarias suelen regresar al mismo sitio de anidación, de modo que tienden a ser bastante filopátricas (Michener, 1979). Por lo que se considera que la mayoría de los nuevos registros, son abejas que se encontraban en la REPSA, pero nadie las había recolectado, hasta ahora.

De los registros de especies nuevas, hay dos que llaman mucho la atención: *Eulaema polychroma* y *Xylocopa mexicanorum*, ya que son abejas de gran tamaño, en el caso de *X. mexicanorum* son muy abundantes en la época de mayor floración y se sugiere que debido a su tamaño (Dressler, 1968; Sofia *et al.*, 2005) pueden volar distancias considerables dentro de las áreas continuas de vegetación y entre los fragmentos, así como a través de grandes cuerpos de agua. Conjuntando todo lo anterior, se sugiere que estas dos especies han llegado recientemente a la Reserva (Hinojosa-Díaz, com. pers.).

El Modelo de Clench estimó que la especie 71, se obtendría recolectando entre 225 y 525 ejemplares (Fig. 8), sin embargo, con las recolectas realizadas al final del estudio se obtuvieron cuatro especies con la recolecta de 348 ejemplares. Lo que resalta que el utilizar un mayor número de métodos de muestreo, aumentará la eficiencia para reconocer la riqueza de un área, disminuyendo el esfuerzo de recolecta.

7.2 Fenología

Para las abejas, como para otros insectos, un factor determinante de su fenología es la cantidad de plantas en floración; siendo la precipitación un papel importante para la floración de las mismas. Devoto *et al.* (2005), encontraron que la precipitación influye de manera importante en el funcionamiento de los sistemas de polinización, es decir, las lluvias favorecen la floración de las plantas y a su vez, beneficia a los insectos con una alta disponibilidad de recursos (Wolda, 1988; Pollard, 1988).

De junio a octubre (periodo de lluvias) es la época en que florece la mayoría de especies en la localidad (SEREPSA, 2013) hecho que corresponde con la actividad observada en el presente estudio, cuya abundancia de abejas fue mayor durante esta época, presentando 68 especies de abejas. Sin embargo, destaca que en el este año de muestreo la precipitación inicio en mayo (Estación Meteorológica del CCH Sur), por lo que se consideró como un año atípico.

Cabe destacar que bajo este contexto, se esperaría que mayo, mes con mayor precipitación en el presente estudio, fuera el más abundante y con mayor riqueza de abejas; sin embargo, ambos efectos, precipitación y la floración, no ocurren simultáneamente; siendo normal, que después de alcanzar el máximo de precipitación, en este caso en mayo, unos meses después (septiembre), se alcance el máximo de riqueza y abundancia de abejas (Fig. 9, Fig. 10). No sólo este trabajo presenta este patrón de

fenología, los dos trabajos anteriores en la REPSA evidencian que la mayor riqueza de abejas se da en la temporada de lluvias, al igual que varios trabajos realizados con faunas locales de abejas en México (Godínez, 1991; Fierros-López, 1996; Hinojosa-Díaz, 2001, 2003; Godínez-García *et al.*, 2004) reafirmando la relación entre la precipitación, el aumento del número de plantas en floración y el consecuente incremento en la diversidad de abejas, mencionado anteriormente por Hinojosa-Díaz (2001, 2003).

Durante la época seca sólo el 16% de las especies de plantas nativas se encuentran en floración (SEREPSA, 2013) por lo que la baja riqueza de abejas se asocia principalmente a este factor. Silva *et al.* (2011), observaron un incremento en de especímenes del orden Hymenoptera durante la época húmeda, proponiendo que una de las causas es debido a la disponibilidad de recursos existentes y al no existir tantos recursos disponibles en temporada seca, su crecimiento poblacional, desarrollo y actividad de forrajeo se disminuye, aunque no en todas las especies, en este caso disminuyó la riqueza de abejas durante la época seca, pero la cantidad de abejas recolectadas no fue muy diferente de la época de lluvias, al analizar los datos, se observó que la mayoría de las especies presentes todo el año tiene mayor abundancia durante la época seca (Fig. 12). Teniendo como explicación posible, que al existir menos especies, se disminuye la competencia inter-específica y pueden obtener recursos.

Cabe aclarar y dadas las condiciones climáticas globales actuales, acotar la temporada de lluvias o la de secas, es artificial, y por ende, los organismos no se ven restringidos a estas limitaciones, por ejemplo, si termina la temporada de lluvias en octubre, las especies de abejas no dejarán de presentar actividad el primer día de noviembre, que es el inicio de la época de secas. Las diferentes especies no siguen estas situaciones y saldrán mientras sus recursos se encuentren disponibles. Por otro lado, durante éste año (2017), la temporada de lluvias se adelantó por un mes a lo establecido, y por lo tanto, la densidad de abejas incremento en cuanto los recursos estuvieron disponibles; lo que explicaría las diferencias en fenología con los trabajos anteriormente hechos para la REPSA.

De las ocho especies con actividad todo el año reportada en el presente estudio, dos (*Apis mellifera*, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*) coincidieron con lo reportado por Domínguez (2009).

7.3 Flora visitada

Uno de los principales factores que determinan la actividad de las abejas es la floración. Todas son dependientes de los productos de las flores para la alimentación y la mayoría presentan un espectro amplio en sus requerimientos florales.

En general, en México, las familias Asteraceae y Fabaceae ocupan el primer y segundo lugar, respectivamente, en cuanto a mayor riqueza de especies vegetales (Rzedowski, 1998). Para la REPSA el número de especies de plantas vasculares registradas es de 337; siendo las familias con el mayor número de especies: Asteraceae con 76, Poaceae (23), Fabaceae (22), Euphorbiaceae (13), Convolvulaceae (12) (Castillo-Argüero *et al.*, 2004). Mientras que el Jardín botánico de la UNAM cuenta con más de 1,700 especies de

plantas, incluyendo flora nativa de la región, siendo las agaváceas, cactáceas y nolináceas las mejor representadas.

En éste trabajo, la familia Asteraceae fue la que tuvo más especies de abejas visitantes y mayor número de organismos visitantes. Coincidiendo con el los trabajos realizados por Hinojosa-Díaz (1996) y Domínguez (2009), además con trabajos realizados dentro del país como Godínez (1991), Fierros-López (1996, 1998). Godínez-García *et al.*, (2004). Cabe destacar, la importancia de la familia Lamiaceae, que, por observaciones personales, dentro del Jardín Botánico, fue la familia donde se encontraron más abejas y la segunda más diversa del total de la colecta.

Las abejas que recolectan polen de diferentes plantas poco relacionadas, son conocidas como poliléticas. Algunas se restringen al polen de algunas plantas relacionadas, comúnmente en dentro del mismo género (o incluso a una sola especie) conocidas como oligolécticas (Michener, 1979).

Los resultados obtenido de la red de interacción coinciden con lo descrito por Michener (1979), quien considera que la riqueza floral de las plantas polinizadas por abejas, es debida a que las abejas generalistas (polinizan muchas especies de plantas), destacando *Apis* y la subfamilia Meliponinae (eusociales), se encuentran activas durante todo el año. Además, hace mención de la subfamilia Halictinae, como taxón importante, abundante y cuya mayoría de especies son generalistas. En este trabajo la mayoría de especies de abejas que visitaron mayor cantidad de especies de plantas fueron integrantes de la familia Apidae y la subfamilia Halictinae, consideradas dentro de un tipo de agrupación eusocial o cuasisocial (Michener, 2007), lo que explica el hecho de encontrar integrantes de esta familia en la mayoría de las flores.

La red de interacciones presentada en este trabajo (Fig. 14) muestra una asimetría de la especificidad (Vázquez y Aizen, 2004), generando un núcleo de “generalistas”, los que tienen las plantas y abejas con mayor número de interacciones, interactúan entre sí, y con los que presentan menos interacciones. También, se puede observar que los organismos con menos interacciones, se relacionan predominantemente con las generalistas, generando un patrón encajado (Jordano *et al.*, 2009). Se ha sugerido que el sistema de visitantes florales tiende a la generalización, y esto es debido a que las plantas tienen similitudes en las recompensas florales (Waser *et al.*, 1996) o por el anidamiento de las interacciones planta-animal debido a rasgos ecológicos y filogenéticos (Bascompte y Jordano, 2014). Por otro lado, la poca interacción que tuvieron algunas especies, no es evidencia suficiente para decir que son especialistas; ya que en 11 especies sólo se colectó un ejemplar. Stang *et al.* (2006) y Burns (2006) han mostrado que la abundancia es un buen predictor de los patrones de interacción en sistemas de polinización, por lo que un estudio contemplando la abundancia de individuos sería un buen referente para poder ver si existen relaciones específicas dentro de la REPSA.

El objetivo del trabajo era describir la riqueza de abejas nativas en la REPSA y por diseños logísticos, se omitió recolectar individuos de *Apis mellifera*, al tratarse de una abeja demasiado abundante, sin embargo, se encontró visitando la mayoría de las plantas reportadas en el presente estudio; Por consiguiente, sería recomendable que en estudios posteriores se añada esta especie, debido a la relación que tiene con la flora de la REPSA.

8. CONCLUSIONES

- 1) La riqueza de especies de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel fue de 74 morfo-especies, 34 géneros y 5 familias.
- 2) Se encontraron 20 nuevos registros de especies, de los cuales *Eulaema polychroma* y *Xylocopa mexicanorum*, son notorios por su tamaño, y alta capacidad de vuelo, que sugiere su reciente llegada a la REPSA.
- 3) La fenología de abejas presenta un patrón similar al de varios de los estudios realizados en México. Presentándose primero la precipitación, después floración y finalmente el pico de mayor riqueza de abejas.
- 4) La flora está estrechamente relacionada con la diversidad de abejas. En este caso Asteraceae resultó ser la familia con mayor diversidad de abejas visitantes, lo que resulta congruente, debido a que es taxón de angiospermas más abundante dentro de la REPSA. Mientras que *Verbena carolina*, fue la especie con mayor número de visitas, debido a que los principales visitantes son miembros de los géneros *Ceratina*, *Lasioglossum* e *Hylaeus*, los géneros más diversos de abejas dentro de la REPSA.
- 5) La red de interacción planta-abeja obtenida para la REPSA muestra una tendencia hacia el generalismo, abejas y plantas que tienen más interacciones, se relacionan entre sí mismas y con las que tienen menos interacciones. Además, no hay formación de módulos para la red.

9. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia, amigos y todas las personas que directa o indirectamente me han brindado su apoyo a lo largo de este proyecto, que me han dado ánimos, me ha escuchado o dado consejos, muchas gracias.

Al Dr. Ismael A. Hinojosa Díaz, por brindarme su apoyo y orientación a lo largo de todo este trabajo, desde enseñarme a coleccionar hasta sus comentarios con el escrito, sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

A la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica Pedregal de San Ángel, por brindarme los permisos para llevar a cabo este trabajo.

En la parte de las recolectas agradezco a Belén Arango Castillo, que aunque sólo estuvo un día del muestreo recolecto abejas importantes para el mismo. A Juan Antonio Iturbe Ayala, que a pesar de sólo estar unas horas recolecto la primer *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*, de las muchas que se recolectaron posteriormente.

En cuanto a la identificación de abejas, al Dr. Ricardo Ayala Barajas, al M en C. Carlos C. Balboa Aguilar y al M en C. Jorge A. Mérida Rivas por sus identificaciones y comentarios al respecto de las mismas. Al M. en C. Armando Luis Martínez por permitirme ingresar a la del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM “Alfonso L. Herrera” y a la Dra. Olivia Yáñez que me brindó el material perteneciente a abejas de la Colección de la Facultad de Ciencias, me guio, me brindó su apoyo y fue la desencadenante y la que me introdujo en el mundo de las abejas. A la M. en C. María Cristina Mayorga Martínez, por permitirme entrar a la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología, UNAM.

Para la identificación de plantas quiero agradecer al Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM, especialmente a la M. en C. Blanca Verónica Juárez Jaimes que fue mi contacto y me ayudo con la mayoría de las plantas.

A la Biól. Susana Guzmán Gómez y al Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad, que me permitieron fotografiar algunos de los ejemplares y me enseñaron como hacerlo. En este contexto, quiero agradecer a mi hermano Francisco J. Martínez Cervantes por su ayuda con la fotografía de algunas abejas y la edición de todas las fotografías, presentadas en los anexos de este trabajo.

Por ayudarme con el análisis de datos, agradezco a Dr. Omar Ávalos Hernández por ayudarme con la curva de acumulación de especies y brindarme los programas para realizarla, y al Dr. Wesley Dáttilo por enseñarme, brindarme los programas y resolver mis dudas con la red de interacción.

Y lo mejor para el final, quiero agradecerle muchísimo a Ana Beatriz Cervantes López que me acompañó a recolectar durante todo el muestreo, y más. Muchas gracias, realmente no muchos se avientan, a perder sus fines de semana por ir a recolectar.

10. REFERENCIAS

- Alexander B.A. y Michener C.D. (1995). Phylogenetic Studies of the families of short-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). *University of Kansas Science Bulletin*, **55**(11): 377-424.
- Álvarez F.J., Carabias-Lillo J., Meave J., Moreno-Casasola P., Nava-Fernández D., Fuensanta Z., Tovar-González C. y Valiente-Banuet A. (1982). Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Ángel. *Serie Cuadernos de Ecología No. 1*, UNAM, México.
- Ayala R. (1998). Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*, **77**: 395-493.
- Ayala R. Griswold T. y Yanega D. (2012). Apoidea (Hymenoptera). En: Llorente J. (Coor.) *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento*. [CD-ROM]. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Bascompte J. y Jordano P. (2007). Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **38**: 567-593.
- Beutelspacher C.R. (1972). La familia Sphingidae (Insecta: Lepidoptera) en el Pedregal de San Ángel, Distrito Federal, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoológica*, **43**(1): 17-23
- Biesmeijer J.C., Roberts S.P.M., Reemer R., Ohlemuller R., Edwards M., Peeters Tl. (2006). Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, **313**: 351-354.
- Brothers D.J. (1975). Phylogeny and Classification of the Aculeata Hymenoptera (with special reference to Mutillidae). *University of Kansas Science Bulletin*, **53**: 436-575.
- Burkle L.A., Marlin J.C. y Knight T.M. (2003). Plant-pollinator interactions over 120 years: loss of species, co-occurrence, and function. *Science*, **339**(6127): 1611-1615.
- Burns K.C. (2006). A simple null model predicts fruit-frugivore interactions in a temperate rainforest. *Oikos*, **115**: 427-432.
- Butze J.R. y Sanpedro G. (1979). Sífidos del Pedregal de San Ángel, México, D.F (Diptera: Syrphidae). *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoológica*, **50**(1): 537-552.
- Cano-Santana Z. (1994). La reserva del Pedregal como ecosistema. En: Rojo A. (comp.). *Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo*, UNAM, México. 149-158 pp.
- Cano-Santana Z., Castillo-Argüero S., Martínez-Orea Y. y Juárez-Orozco S. (2008). Análisis de la riqueza vegetal y el valor de conservación de tres áreas incorporadas a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Distrito Federal (México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **82**: 1-14.
- Cano-Santana Z. y Meave J.A. (1996). Sucesión primaria en derrames volcánicos: el caso del Xitle. *Ciencias*, **41**: 58-68.

Carbajal M.T. (1975). Estudio ecológico de los insectos que viven en *Wigandia carcasana* H.B.K. de una zona del Pedregal de San Ángel. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 1-25 pp.

Carrillo-Trueba C. (1995). *El Pedregal de San Ángel*. UNAM, México, D.F. 177 pp.

Castillo-Argüero S., Martínez-Orea Y., Romero-Romero M.A., Guadarrama-Chávez P., Núñez-Castillo O., Sánchez-Gallén I. y Meave J.A. (2007). *La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: aspectos florísticos y ecológicos*. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 294 pp.

Castillo-Argüero S., Montes-Cartas G., Romero-Romero M.A., Martínez-Orea Y., Guadarrama-Chávez P., Sánchez-Gallén I. y Núñez-Castillo O. (2004). Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D.F., México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **74**: 51-75.

Chichilnisky G. y Heal G. (1998). Economic returns from the biosphere. *Nature*, **391**: 629-630.

Clench H.K. (1979). How to make regional list of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterists Society*, **33**(4): 215-231.

Colwell R. (2013). EstimateS: Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide)

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S. y Grasso M. (1997). The value of the world's service and natural capital. *Nature*, **387**: 253–260.

Devoto M., Medan D. y Maldonado N. (2005). Patterns of interaction between plants and pollinators in an environmental gradient. *Oikos*, **119**: 461-472.

Domínguez C. y Núñez-Farfán J. (1994). Las mariposas diurnas del Pedregal de San Ángel como vectores de polen. En: Rojo, A. (comp.). *Reserva Ecológica el Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo*. UNAM, México. 313-322 pp.

Domínguez L.A. (2009). Fenología de las abejas de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y su relación con la fenología floral. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 89 pp.

Domínguez-Álvarez A., Cano-Santana Z. y Ayala-Barajas R. (2009). Estructura y fenología de la comunidad de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea). En: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Lot A. y Cano-Santana Z. (eds.). UNAM, México. 421-432 pp.

Dressler R.L. (1968). Notes on *Bletia* (Orchidaceae). *Brittonia*, **20**: 182-190.

Droege S. (2012). "The very handy manual: how to catch and identify bees and manage a collection," USGS, BIML (Bee Inventory and Monitoring Lab) [En línea] Disponible en: <http://www.pwrc.usgs.gov/nativebees/Handy%20Bee%20Manual/Handy%20Bee%20Manual.pdf> [Consultado: 09/Marzo/2015].

Estación Meteorológica del CCH-Sur. [En línea]. Disponible en: <http://www.ruoa.unam.mx/pembu/CCHV.html> [Consultado: 05/Abril/2017]

- Estrada C.M. (1992). Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de la Sierra del Tigre, Jalisco. *Tesis de Licenciatura*. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 90 pp.
- FAO. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). [En línea] Disponible en: <<http://ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0112s/i0112s06.pdf>> [Consultado: 14 Mar. 2015].
- Fierros-López H.E. (1996). Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del Volcan de Tequila, Jalisco, México. *Tesis de licenciatura*. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 136 pp.
- Fierros-López H.E. (1998). Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del Volcan de Tequila, Jalisco, México. *Folia Entomológica mexicana*, **102**: 21-70.
- Figueroa-Castro D.M. y Cano-Santana Z. (2004). Floral visitor guilds of five allochronic flowering asteraceous species in a xeric community in Central Mexico. *Environmental Entomology*, **33**(2): 297-309.
- Ghazoul J. (2005). Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution* **20**: 367-373.
- Godínez L. M. (1991). Algunos aspectos de la Fenología de las Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de San Gregorio, Guanajuato. *Tesis de licenciatura*, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 50 pp
- Godínez-García L.M., Hinojosa-Díaz I. y Yañez-Ordoñez O. (2004). Melitofauna (Insecta: Hymenoptera) de algunos Bosques Mesofilos de Montaña. En: Luna I., Morrone J. y Espinosa D. (eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. 321-337 pp.
- González-Soriano E. y Barba H.C P. (2007). Libélulas. En: Lot, A. (coord.). *Guía ilustrada de la Cantera Oriente: caracterización ambiental e inventario biológico*. UNAM, México. 133-160 pp.
- Goulet H. y Huber J.T. (1993). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada, Ontario, Canadá. 668 pp.
- Goulson D., Lye G. C. y Darvill B. (2008). Decline and conservation of bumble bees. *Annual Review of Entomology*, **53**:191-208.
- Goulson D., Nicholls E., Botías C. y Rotheray E.L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, **347**: 1-8.
- Guimarães P. R. y Guimarães P. (2006). Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling & Software*, **21**: 1512-1513.
- Hinojosa-Díaz I.A. (1996). Estudio Faunístico de las Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del Pedregal de San Ángel, D.F. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 51pp.
- Hinojosa-Díaz I.A. (2001). Distribución altitudinal de las abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en el declive sur de la Sierra del Chichinautzin, Morelos. *Tesis de Maestría*, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 110 pp.

Hinojosa-Díaz I.A. (2003). Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del declive sur de la Sierra del Chichinautzin, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*, **42**(1):1-20.

Hurd P.D. (1979). Superfamily Apoidea. En: Krombein K.V., Hurd P.D., Smith D.R. y Burks B.D. (eds.), *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico*. Vol. 2. Smithsonian Institution Press, Washington. 1741-2209 pp.

Ibarra G. (1979). Las arañas Labidognatha de la parte norte del Pedregal de San Ángel. *Tesis de licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 106 pp.

Johansen-Naime R.M. y Mojica. A. (2009) Thysanoptera. En: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Lot A. y Cano-Santana Z. (eds.). UNAM, México. 227-245 pp.

Jordano P., Bascompte J. y Olesen J. M. (2003). Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters*, **6**: 69-81.

Jordano P., Vázquez D. y Bascompte J. (2009). Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. En: Mendel R., Aizen M.A. y Zamora R. (eds.). *Ecología y evolución de interacciones planta-animal*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, Chile. 17-41pp.

Juárez-Orozco S. y Cano-Santana Z. (2007). El cuarto elemento y los seres vivos. Ecología del fuego. *Ciencias*, **85**: 4-12.

Katthain-Duchateau G. (1971). Estudio taxonómico y datos ecológicos de especies del suborden Rhopalocera (Insecta, Lepidoptera) en una área del Pedregal de San Ángel, D.F., México. *Tesis de licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 189 pp.

Kearns C.A., Inouye D.W. y Waser N.M. (1998). Endangered mutualisms: the conservation of plantpollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* **29**: 83-112.

Kluser S. y Peduzzi P. (2007). *Global pollinator decline: a literature review*. Ed. Geneva: UNEP/GRID. 1-10 pp.

Kosior A., Celary W., Olejniczak P., Fijał J., Król W., Solarz W. y Płonka P. (2007). The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of Western and Central Europe. *Oryx*, **41**: 79-88.

Kress W. J. y Beach J. H. (1994). Flowering plant reproductive systems. En: *La Selva, ecology and natural history of a neotropical rain forest*. University of Chicago Press. E.U. 161-182 pp.

López M.R. (2003). Estudio melitofaunístico de la reserva de la biosfera de Mapimi, Durango. *Tesis de licenciatura*, Facultad de Ciencias, México, Distrito Federal, México. 40 pp.

Lot A., Pérez-Escobedo M., Gil-Alarcón G., Rodríguez-Palacios S. y Camarena P. (2012). *La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: Atlas de riesgos*. UNAM, ICyTDF, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel., México, D.F. 52 pp.

- Márquez-Mayaudon C. (1968). Contribución al estudio de los ortópteros de México, IV. Ortópteros del Pedregal de San Ángel, Villa Obregón, D.F. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología*, **39**(1): 107-112.
- Marquitti F.M.D., Guimaraes P.R., Pires M.M. y Bittencourt L.F. (2014). MODULAR: Software for the Autonomous Computation of Modularity in Large Network Sets. *Ecography*, **37**: 221-224.
- Martínez–Orea Y. (2001). Efecto del fuego sobre el banco de semillas de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. *Tesis de licenciatura*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 62 pp.
- Meléndez V., Ayala R., Delfín H. y Manrique P. (2015). Colección Apidológica. *Bioagrobiencias*, **8**(2): 1-8.
- Michener C.D. (1979). Biogeography of the bees. *Annals of Missouri Botanical Garden*, **66**: 277-347.
- Michener C.D. (2000). *The bees of the world*. The Johns Hopkins University Press Baltimore, E.U.A.
- Michener C.D. (2007). *The bees of the world*. 2da edición. The Johns Hopkins University Press Baltimore, E.U.A.
- Novelo-Rincón L.F., Delfín-González H., Ayala R. y Contreras-Acosta H.H. (2003). Community structure of native bees in four vegetation types in the dry tropics of Yucatan, Mexico. *Folia Entomologica Mexicana*, **42**(2): 177-190.
- Palacios-Vargas J.G. (1981). Note on Collembola of Pedregal de San Ángel, México, D.F. *Entomological News*, **92**: 42-44.
- Silva N.A.P., Frizzas M.R. y Oliveira C.M. (2011). Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, **55**(1): 79-87.
- Pollard E. (1988). Temperature, rainfall and butterfly numbers. *The Journal of Applied Ecology*, **25**: 819-828.
- Potts S.G., Biesmeijer J. C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O. y Kunin W.E. (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* **25**: 345–353.
- Quezada, J. y Ayala, R. (2010). Abejas nativas de México. La importancia de su conservación. *Revista Ciencia y Desarrollo*. **36**: 8-13.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- Reyes N.E., Meléndez R.V., Ayala R. y Delfín G.H. (2009). Bee faunas (Hymenoptera: Apoidea) of six natural protected areas in Yucatan, Mexico. *Entomological News*, **120**(5): 530-544.
- Roig-Alsina A. y Michener C.D. (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 de la Reserva Ecológica El Pedregal de San Ángel. En: Rojo A. *Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel; Ecología, Historia Natural y Manejo*. UNAM, México. 371-382 pp.
- Rosado M. (2012). Polinizadores y Biodiversidad. *Informe del Proyecto APOLO* (Observatorio de Agentes Polinizadores). Asociación Española de Entomología. España.
- Roubik D.W. (2001) Ups and downs in pollinator populations: when is there a decline? *Conservation Ecology* **5**: 2.
- Roubik D., Villanueva R., Cabrera E. F. y Colli W. (1991). Abejas Nativas de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. En: Navarro, L.D. y Robinson, J.G. (eds). *Diversidad biológica de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO, Chetumal, Quintana Roo, México. 317-320 pp.
- Rueda-Salazar A.M. y Cano-Santana Z. (2009). Artropodofauna. En: *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Lot A. y Cano-Santana Z. (eds.). UNAM, México. 171-201 pp.
- Rzedowski J. (1954). Vegetación del Pedregal de San Ángel. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I.P.N.*, **8**(1-2): 59-129.
- Rzedowski J. (1998). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. (eds). *Diversidad Biológica de México: Origen y Distribución*. Instituto de Biología, UNAM, México. 129-145 pp.
- Santibañez-Andrade G. (2005). Caracterización de la heterogeneidad ambiental en la Reserva del Pedregal de San Ángel. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 67 pp.
- Schmid-Hempel R., Eckhardt M., Goulson D., Heinzmann D., Lange C., Plischuk S., Escudero L.R., Salathé R., Scriven J.J. y Schmid-Hempel P. (2013). The invasion of southern South America by imported bumblebees and associated parasites. *Journal of Animal Ecology*, **83**: 823-837.
- SEREPSA (Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica Pedregal de San Ángel). 2013. Portal oficial de la Reserva Ecológica Pedregal de San Ángel. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM. Ciudad Universitaria, México, D.F.[En línea] Disponible en Internet: <<http://www.repsa.unam.mx>>.
- Siebe C. (2000). Age and archeological implications of Xitle volcano southwestern Basin of Mexico City. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **104**: 45-64.
- Siebe C. (2009). La erupción del volcán Xitle y las lavas del Pedregal hace 1670 +/- 35 años AP y sus implicaciones. En: A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.) *Biodiversidad del Pedregal de San Ángel*. UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México. 43-49 pp.
- Soberón J., Rosas M.C. y Jiménez G. (1991). Ecología hipotética de la Reserva del Pedregal de San Ángel. *Ciencia y Desarrollo* **17**(99): 25-38.
- Sofia, S., Paula, F., Santos, A., Almeida, F. y Sodr e, L. (2005). Genetic structure analysis of *Eufriesea violacea* (Hymenoptera, Apidae) populations from southern Brazilian Atlantic rainforest remnants. *Genet Mol Biol*, **28**: 479-484.

Stang M., Klinkhamer P.G.L. y Van Der Meijden E. (2006). Size constraints and flower abundance determine the number of interactions in a plant–flower visitor web. *Oikos*, **112**: 111-121.

StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio). (2001). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Séptima reunión. Montreal, Canadá.

Valiente-Banuet, A., y E. De Luna. (1990). Una lista florística actualizada para la Reserva del Pedregal de San Ángel, México D.F. *Acta Botánica Mexicana*, **9**: 13-30.

Vázquez D. y Aizen M. (2004). Asymmetric specialization: a pervasive feature of plant pollinator interactions. *Ecology*, **85**: 1251-1257.

Villaseñor J.L. y Ortiz E. (2014). Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*, **85**: 134-142.

Vergara C.H. y Ayala R. (2002). Diversity, Phenology and Biogeography of the Bees (Hymenoptera: Apoidea) of Zapotitlán de las Salinas, Puebla, Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society*, **75**(1): 16-30.

Waser N., Chittka L., Prince M., Williams N. y Ollerton J. (1996). Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology*, **77**: 1043-1060.

Wolda H. (1988). Insect seasonality: why?. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **19**: 1-18.

Zaragoza S. (1963). Estudio de coleópteros del Pedregal de San Ángel, D.F. (Familia Chrysomelidae). *Tesis de licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 64 pp.

Zhang Z.Q. (2011). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, **4138**:99-110.

11. ANEXOS

Anexo 1. Listado de las especies que se han reportado hasta la fecha. Con un total de 103 especies, cabe destacar que se omitieron las morfo-especies de los estudios anteriormente realizados, debido a que no se pudieron comparar directamente especímenes de las morfoespecies citadas en dichos trabajos.

Familia	Especie	Presente estudio	Hinojosa-Díaz (1996)	Domínguez (2009)	CNIN UNAM
Colletidae	<i>Chilicola (Anoediscelis) ashmeadi</i> (Crawford)	X			
	<i>Colletes algarobiae</i> Cockerell	X			
	<i>Hylaeus</i> sp. 1	X			X
	<i>Hylaeus</i> sp. 2	X			
	<i>Hylaeus</i> sp. 3	X			
	<i>Hylaeus</i> sp. 4	X			
	<i>Ptiloglossa</i> sp.				
Andrenidae	<i>Andrena (Callandrena) fulminea</i> LaBerge				X
	<i>Andrena tegularis</i> LaBerge		X		
	<i>Andrena</i> sp. 1	X			
	<i>Andrena</i> sp. 2	X			X
	<i>Andrena</i> sp. 3	X			X
	<i>Calliopsis</i> sp.	X			X
	<i>Perdita</i> sp.			X	
	<i>Protandrena (Pterosarus)</i> sp.	X			
	<i>Protandrena (Heterosarus) asperatus</i> Timberlake	X	X		
	<i>Protandrena (Heterosarus) mundus</i> Timberlake		X		
	<i>Protandrena (Heterosarus) neomexicanus</i> (Cockerell)		X		
	<i>Protandrena (Heterosarus)</i> sp. 1	X			
	<i>Protandrena (Heterosarus)</i> sp. 2				X
	<i>Pseudopanurgus trimaculatus</i> (Timberlake)			X	
	<i>Pseudopanurgus</i> sp.				
Halictidae	<i>Agapostemon</i> sp.	X			
	<i>Augochlora (Augochlora) smaragdina</i> Friese,	X		X	
	<i>Augochlora pomoniella</i> (Cockerell)	X		X	
	<i>Caenaugochlora</i> sp.			X	
	<i>Halictus ligatus</i>	X	X		
	<i>Lasioglossum (Dialictus) aquilae</i> (Cockerell)		X		
	<i>Lasioglossum (Dialictus) cubitale</i> (Vachal)		X		
	<i>Lasioglossum (Dialictus) perdifficilis</i> (Cockerell)		X		
	<i>Lasioglossum (Dialictus) petrellus</i> (Cockerell)		X		
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 1	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 2	X			X
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 3	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 4	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 5	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 6	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 7	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 8	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 9	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 10	X			
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. 11	X			
	<i>Lasioglossum (Evylaeus)</i> sp. 1	X			
	<i>Lasioglossum (Evylaeus)</i> sp. 2	X			
	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) argutum</i> McGinley			X	
	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) desertum</i> (Smith)	X		X	

	<i>Lasioglossum (Lasioglossum) jubatum</i> (Vachal)	X	X		
	<i>Paragapostemon coelestinus</i> (Westwood)				X
	<i>Nomia nortoni</i> (Cresson)	X			
	<i>Sphecodes</i> sp.	X			
Megachilidae	<i>Anthidiellum hondurasicum</i> (Cockerell)	X	X		
	<i>Anthidium maculosum</i> Cresson	X	X	X	
	<i>Ashmeadiella aff. bequaerti</i>	X	X		
	<i>Coelioxys</i> sp. 1	X			
	<i>Coelioxys</i> sp. 2	X			
	<i>Lithurgus (Lithurgopsis) littoralis</i> (Cockerell)	X	X		
	<i>Megachile (Tylomegachile) toluca</i> Cresson		X		
	<i>Megachile (Cressoniella) zapoteca</i> Cresson	X	X		
	<i>Megachile (Sayapis) sp. 1</i>	X			
	<i>Megachile (Cressoniella) sp. 2</i>	X			
	<i>Osmia (Diceratosmia) azteca</i> Cresson	X	X	X	
	<i>Paranthidium gabbii</i> Cresson	X	X		
	Apidae	<i>Anthophora (Anthophoroides) californica</i> Cresson	X		
<i>Anthophora (Anthophoroides) marginata</i> Smith		X			
<i>Anthophora</i> sp.		X			
<i>Apis mellifera</i> Linneo		X	X	X	
<i>Bombus (Pyrobombus) ephippiatus</i> Say		X	X	X	
<i>Bombus (Fervidobombus) pennsylvanicus sonorus</i> Say		X	X	X	
<i>Centris (Paracentris) atripes</i> Mocsáry		X			
<i>Centris (Paracentris) cockerelli</i> Fox			X	X	
<i>Centris (Paracentris) mexicana</i> Smith				X	
<i>Centris (Hemisiella) nitida</i> Smith		X			
<i>Centris (Hemisiella) transversa</i> Pérez		X			
<i>Ceratina (Zadontomerus) capitosa</i> Smith			X	X	
<i>Ceratina (Calloceratina) mexicana</i> Cresson				X	
<i>Ceratina</i> sp. 1		X			
<i>Ceratina</i> sp. 2		X			
<i>Ceratina</i> sp. 3		X			
<i>Ceratina</i> sp. 4		X			
<i>Ceratina</i> sp. 5		X			
<i>Ceratina</i> sp. 6		X			
<i>Deltoptila aurulentocaudata</i> (Dours)		X			
<i>Deltoptila badia</i> (Dours)		X			
<i>Deltoptila elefas</i> (Friese)		X	X	X	
<i>Diadasia olivacea</i> (Cresson)				X	
<i>Diadasia rinconis</i> Cockerell			X	X	
<i>Diadasia</i> sp. 1		X			X
<i>Diadasia</i> sp. 2		X			
<i>Epeolus aff australis</i> Michell			X		
<i>Eulaema (Apeulaema) polychroma</i> (Mocsáry)		X			
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) mellipes</i> Cresson			X	X	
<i>Melissodes (Eumelissodes) montana</i> Cresson					X
<i>Melissodes (Melissodes) tepaneca</i> Cresson		X		X	X
<i>Syntrichalonia exquisite</i> (Cresson)		X	X		X
<i>Tetraloniella</i> sp.			X		
<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepeletier)			X	X	
<i>Thygater (Thygater) montezuma</i> (Cresson)		X			X
<i>Triepeolus</i> sp. 1		X			
<i>Triepeolus</i> sp. 2		X			
<i>Xylocopa (Notoxylocopa) guatemalensis</i> Cockerell	X	X			
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) mexicanorum</i> Cockerell	X				
<i>Xylocopa (Stenoxylocopa) micheneri</i> Hurd		X			
<i>Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca</i> (Cresson)	X	X	X		

Anexo 2. Nuevos registros de especies de abejas en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.



Figura 15. *Chilicola (Anoediscelis) ashmeadi* (macho)



Figura 16. *Colletes algarobiae* (hembra)



Figura 17. *Agapostemon (Agapostemon) texanus* (hembra)



Figura 18. *Nomia (Acunomia) nortoni* (macho)



Figura 19. *Calliopsis* sp. (macho)



Figura 20. *Protandrena (Pterosarus)* sp. (macho)



Figura 21. *Coelioxys (Acrocoelioxys) sp. 1* (hembra)



Figura 22. *Coelioxys (Boerocoelioxys) sp. 2* (hembra)



Figura 23. *Anthophora (Anthophoroides) californica* (macho)



Figura 24. *Anthophora (Anthophoroides) marginata* (hembra)



Figura 25. *Centris (Paracentris) atripes* (hembra)



Figura 26. *Centris (Hemisiella) nitida* (hembra)



Figura 27. *Centris (Hemisiella) transversa* (hembra)



Figura 28. *Deltoptila aurulentocaudata* (hembra)



Figura 29. *Deltoptila badia* (hembra)



Figura 30. *Eulaema (Apeulaema) polychroma* (hembra)



Figura 31. *Thygater (Thygater) montezuma* (hembra)



Figura 32. *Triepeolus* sp. 1 (hembra)



Figura 33. *Triepeolus* sp. 2 (hembra)



Figura 34. *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum* (hembra)

Anexo 3. Especies de abejas más abundantes dentro de la REPSA.



Figura 35. *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1 (macho)



Figura 36. *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 5 (hembra)



Figura 37. *Megachile (Cressoniella) zapoteca* (hembra)



Figura 38. *Ceratina (Calloceratina)* sp. 6 (hembra)



Figura 39. *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca* (macho)

Anexo 4. Ginandromorfo recolectado en la REPSA.



Figura 40. Ginandromorfo *Megachile (Cressoniella) zapoteca*

Anexo 5. Relación entre las especies de abejas recolectadas sobre plantas y las especies de plantas visitadas.

En frente de cada especie de planta se señala el número de especies de abejas registradas, debajo de este, se encuentran los nombres de dichas especies de abejas.

Amaryllidaceae

Zephyranthes concolor (Lindl.) Benth. & Hook. ...2

Lasioglossum (Dialictus) sp. 3, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 7

Apocynaceae

Orthosia pubescens (Greenm) Liede & Meve ...5

Apis mellifera, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 1, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 6, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 10, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 5

Asteraceae

Achillea millefolium Linneo ...1

Hylaeus (Prosopis) sp. 1

Ageratina adenophora Sprengel ...3

Hylaeus (Prosopis) sp. 1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 3, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 5

Ageratina sp. ...13

Apis mellifera, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 1, *Ceratina (Ceratinula)* sp. 3, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 4, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 5, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 6, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 2, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 5, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 7, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 10, *Lasioglossum (Evylaeus)* sp, *Megachile (Cressoniella)* zapoteca

Ageratum corymbosum Zuccagni ...2

Apis mellifera, *Megachile (Cressoniella)* zapoteca

Baccharis pteronioides DC. ...5

Ceratina (Calloceratina) sp. 1, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 5, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 6, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 5

Bidens sp. ... 22

Andrena sp. 1, *Andrena* sp. 2, *Andrena* sp. 3, *Anthidiellum (Anthidiellum)* hondurasicum, *Anthophora (Anthophoroides)* californica, *Apis mellifera*, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 1, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 2, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 5, *Ceratina (Calloceratina)* sp. 6, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 2, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 5, *Megachile (Cressoniella)* zapoteca, *Melissodes (Melissodes)* tepaneca, *Osmia (Diceratosmia)* azteca, *Paranthidium (Paranthidium)* gabbii, *Syntrichalonia exquisita*, *Thygater (Thygater)* montezuma, *Tripeolus* sp. 1, *Xylocopa (Notoxylocopa)* tabaniformis azteca

Calendula officinalis Linneo ...7

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Chilicola* (*Anoediscelis*) *ashmeadi*, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7
Lasioglossum (*Dialictus*) sp. 8, *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *desertum*

Cosmos bipinnatus Cav. ...15

Andrena sp 1, *Andrena* sp 3, *Apis mellifera*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp 6, *Halictus* (*Halictus*) *ligatus*, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp 5, *Melissodes* (*Melissodes*) *tepaneca*, *Osmia* (*Diceratosmia*) *azteca*, *Paranthidium* (*Paranthidium*) *gabbii*, *Tripeolus* sp 1, *Tripeolus* sp 2

Dahlia coccinea Cav. ...16

Andrena sp. 2, *Apis mellifera*, *Augochlora* (*Augochlora*) *smaragdina*, *Bombus* (*Pyrobombus*) *ephippiatus*, *Bombus* (*Fervidobombus*) *pennsylvanicus sonorus*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Melissodes* (*Melissodes*) *tepaneca*, *Paranthidium* (*Paranthidium*) *gabbii*, *Thygater* (*Thygater*) *montezuma*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Dahlia rudis P.D.Sørensen ...1

Xylocopa (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Galinsoga parviflora Cav. ...2

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 6, *Paranthidium* (*Paranthidium*) *gabbii*

Grindelia sp. ...13

Andrena sp. 2, *Apis mellifera*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 3, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Protandrena* (*Heterosarus*) sp, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Gymnosperma glutinosum (Spreng) Less ...3

Lasioglossum (*Dialictus*) sp. 7, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 9

Heterotheca inuloides Cass. ...6

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 9,

Matricaria recutita Linneo ...1

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 4

Tagetes lunulata Ortega ...4

Augochlora (*Augochlora*) *smaragdina*, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 2, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*

Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass. ...10

Andrena sp. 1, *Andrena* sp. 2, *Apis mellifera*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Melissodes* (*Melissodes*) *tepaneca*, *Osmia* (*Diceratosmia*) *azteca*, *Paranthidium* (*Paranthidium*) *gabbii*, *Syntrichalonia* *exquisite*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum*

Verbesina virgata Cav. ...3

Andrena sp. 1, *Apis mellifera*, *Melissodes* (*Melissodes*) *tepaneca*

Bignoniaceae

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth ...8

Apis mellifera, *Bombus* (*Pyrobombus*) *ephippiatus*, *Centris* (*Hemisiella*) *transversa*, *Centris* (*Hemisiella*) *nitida*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 2, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *guatemalensis*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Boraginaceae

Myosotis sylvatica Hoffm. ...2

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6

Wigandia urens (Ruiz & Pavón) Kunth ...16

Apis mellifera, *Bombus* (*Pyrobombus*) *ephippiatus*, *Centris* (*Hemisiella*) *transversa*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 2., *Ceratina* (*Ceratinula*) sp. 3, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Chilicola* (*Anoediscelis*) *ashmeadi*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 3, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Megachile* (*Cressonilla*) *zapoteca*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *guatemalensis*, *Xylocopa* (*Neotoxylocopa*) *mexicanorum*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Brassicaceae

Lepidium virginicum Linneo...3

Apis mellifera, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7

Cactaceae

Echinocactus grusonii Hildm. ...2

Hylaeus (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 3

Echinocactus platyacanthus Link & Otto...2

Lasioglossum (*Dialictus*) sp. 3, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp 10

Echinocactus sp...1

Lasioglossum (*Dialictus*) sp. 5

Epiphyllum afinidad hookeri...1

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 1

Myrtillocactus geometrizans (Mart. ex Pfeiff.) Console ...1

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 4

Opuntia leucotricha DC. ...4

Apis mellifera, *Diadasia* sp., *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 3, *Lithurgus littoralis*

Opuntia sp. ...14

Apis mellifera, *Augochlora* (*Augochlora*) *smaragdina*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Diadasia* sp., *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 3, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Lithurgus* (*Lithurgopsis*) *littoralis*, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*

Polaskia chende Ginson & Horak...1

Xylocopa (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Commelinaceae

Commelina coelestis Willd...5

Centris (*Hemisiella*) *transversa*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Tradescantia crassifolia Cav. ...3

Hylaeus (*Prosopis*) sp. 1, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 2, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*

Crassulaceae

Echeveria coccinea (Cav.) DC: ...1

Apis mellifera

Sedum sp. ...11

Apis mellifera, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 3, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Paranthidium* (*Paranthidium*) *gabbii*

Sedum stahlii Solms ...6

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 9

Euphorbiaceae

Jatropha dioica Sessé ...2

Hylaeus (*Prosopis*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7

Fabaceae

Calliandra houstoniana var. *anomala* (Kunth) Barneby ...3

Apis mellifera, *Bombus* (*Pyrobombus*) *ephippiatus*, *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *jubatum*

Mimosa aculeaticarpa Ortega ...1

Apis mellifera

Phaseolus leptostachyus Benth ...19

Andrena sp. 2, *Anthidium* (*Anthidium*) *maculosum*, *Apis mellifera*, *Centris* (*Hemisiella*) *transversa*, *Centris* (*Paracentris*) *atripes*, *Centris* (*Hemisiella*) *nitida*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Coelioxys* (*Boreocoelioxys*) sp. 2, *Colletes algarobiae*, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 9, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Melissodes* (*Melissodes*) *tepaneca*, *Paranthidium* (*Paranthidium*) *gabbii*, *Protandrena* (*Heterosarus*) *asperatus*, *Thygater* (*Thygater*) *montezuma*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Senna multiglandulosa (Jacq.) H.S. Irwin & Barneby ...6

Centris (*Hemisiella*) *transversa*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Melissodes* (*Melissodes*) *tepaneca*, *Thygater* (*Thygater*) *montezuma*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Geraniaceae

Geranium aristisepalum H.E. Moore ...1

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 5

Geranium seemannii Peyr ...7

Apis mellifera, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Colletes algarobiae*, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 6, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 11, *Protandrena* (*Heterosarus*) sp

Lamiaceae

Agastache mexicana (Kunth) Lint & Epling ...4

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 6, *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *desertum*, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Lavandula angustifolia Mill. ...2

Apis mellifera, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6

Lavandula sp. ...3

Apis mellifera, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*

Lepechinia caulescens (Ortega) Epling ...4

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 9

Ocimum basilicum Linneo ...1

Lasioglossum (Dialictus) sp. 8

Rosmarinus officinalis Linneo ...8

Ceratina (Calloцерatina) sp. 1, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 5, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 9, *Megachile (Cressoniella) zapoteca*, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*

Salvia calcicola Harley ...1

Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca

Salvia circinnata Cav. ...11

Ceratina (Calloцерatina) sp. 1, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 5, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 6, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 7, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 9, *Megachile (Cressoniella) zapoteca*, *Protandrena (Heterosarus)* sp, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*

Salvia gesneriiflora Lindl. & Paxton ...9

Augochlora (Augochlora) smaragdina, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 1, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 5, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 5, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 9, *Xylocopa (Neoxylocopa) mexicanorum*, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*

Salvia leucantha Cav. ...5

Ceratina (Calloцерatina) sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 5, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 3, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*

Salvia mexicana Linneo ...13

Anthophora (Anthophoroides) californica, *Apis mellifera*, *Augochlora (Augochlora) smaragdina*, *Bombus (Pyrobombus) ephippiatus*, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6, *Deltoptila elefas*, *Deltoptila aurulentocaudata*, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 8, *Megachile (Cressoniella) zapoteca*, *Protandrena (Heterosarus)* sp, *Protandrena (Pterosarus)* sp, *Thygater (Thygater) montezuma*, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*

Salvia microphylla Kunth ...5

Ceratina (Calloцерatina) sp. 1, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 2, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*

Salvia officinalis Linneo ...13

Anthophora (Anthophoroides) californica, *Apis mellifera*, *Augochlora (Augochlora) smaragdina*, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 1, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6, *Deltoptila badia*, *Deltoptila aurulentocaudata*, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Hylaeus (Proposis)* sp. 2, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 2, *Megachile (Cressoniella) zapoteca*, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*

Salvia tiliifolia Vahl. ...3

Ceratina (Calloцерatina) sp. 6, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 3, *Sphecodes* sp

Westringia fruticosa (Willd.) Druce ...4

Bombus (Pyrobombus) ephippiatus, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 5, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6

Liliaceae

Calochortus barbatus (Kunth) Painter...4

Hylaeus (Prosopis) sp. 1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 2, *Lasioglossum (Dialictus)* sp 10

Loasaceae

Mentzelia hispida Willd ...1

Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca

Lobeliaceae

Lobelia laxiflora Kunth ...3

Ceratina (Calloцерatina) sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 5, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6

Lythraceae

Heimia salicifolia (Kunth) Link ...7

Bombus (Pyrobombus) ephippiatus, *Ceratina (Ceratinula)* sp 3, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 7, *Lithurgus littoralis*, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis azteca*

Malpighiaceae

Galphimia glauca Cav. ...1

Centris (Paracentris) atripes

Gaudichaudia aff. cynanchoides ...3

Apis mellifera, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 6, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 7

Malvaceae

Sida rhombifolia Linneo...16

Apis mellifera, *Augochlora (Augochlora) smaragdina*, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 1, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 4, *Ceratina (Calloцерatina)* sp. 5, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 1, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 2, *Hylaeus (Prosopis)* sp. 3, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 5, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 7, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 8, *Megachile (Cressoniella) zapoteca*, *Melissodes (Melissodes) tepaneca*, *Protandrena (Heterosarus) asperatus*, *Protandrena (Pterosarus) sp.*, *Thygater (Thygater) montezuma*

Nyctaginaceae

Mirabilis jalapa Linneo ...26

Apis mellifera, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Colletes algarobiae*, *Deltoptila elefas*, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 2, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 3, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 3, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 4, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 6, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 9, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 10, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Protandrena* (*Heterosarus*) *asperatus*, *Protandrena* (*Heterosarus*) sp, *Thygater* (*Thygater*) *montezuma*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *mexicanorum*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Oxalidaceae

Oxalis divergens Benth. ex. Lindl. ...15

Apis mellifera, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Ceratinula*) sp. 3, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 9, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 10, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Polemoniaceae

Loeselia mexicana (Lam.) Brand ...12

Apis mellifera, *Augochlora* (*Augochlora*) *smaragdina*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 6, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 10, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Rubiaceae

Bouvardia ternifolia (Cav.) Schltld. ...2

Hylaeus (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 2

Crusea diversifolia (Kunth) W.R.Anderson ...1

Lasioglossum (*Dialictus*) sp. 8

Rutaceae

Ruta chalepensis Linneo ...3

Hylaeus (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 10

Ruta graveolens Linneo ...1

Apis mellifera

Scrophulariaceae

Buddleja cordata Kunth...3

Apis mellifera, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 1

Buddleja sessiliflora Kunth...10

Apis mellifera, *Augochlora* (*Augochlora*) *smaragdina*, *Augochlorella* (*Augochlorella*) *pomoniella*, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Osmia* (*Diceratosmia*) *azteca*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Solanaceae

Cestrum sp...1

Ceratina (*Calloceratina*) sp. 6

Solanum rantonnetii Carrière ...2

Lasioglossum (*Dialictus*) sp. 6, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Solanum sp...2

Centris (*Hemisiella*) *transversa*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum*

Solanum aff. wendlandii ...3

Eulaema (*Apeulaema*) *polychroma*, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *mexicanorum*, *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) *tabaniformis azteca*

Verbenaceae

Verbena carolina Linneo ...30

Agapostemon (*Agapostemon*) *texanus*, *Apis mellifera*, *Augochlora* (*Augochlora*) *smaragdina*, *Augochlorella* (*Augochlorella*) *pomoniella*, *Calliopsis* sp, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 1, *Ceratina* (*Ceratinula*) sp. 2, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 4, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 5, *Ceratina* (*Calloceratina*) sp. 6, *Coelioxys* (*Acrocoelioxys*) sp. 1, *Tripeolus* sp. 1, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 1, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 2, *Hylaeus* (*Prosopis*) sp. 3, *Hylaeus* (*Prosopella*) sp. 4, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 3, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 5, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 6, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 7, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 8, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 9, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 10, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 11, *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) *desertum*, *Megachile* (*Cressoniella*) *zapoteca*, *Paranthidium* (*Paranthidium*) *gabbii*, *Protandrena* (*Heterosarus*) sp