



El Colegio de la Frontera Sur

Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la Reserva
de la Biosfera “La Sepultura” Chiapas, México

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Carlos Cesar Balboa Aguilar

2010

DEDICATORIA

A mis padres, quienes con mucho amor, sacrificio, sapiencia y desvelos han hecho de mí la persona que ahora soy. Ustedes son mi ejemplo, sus consejos dan dirección a mis pasos y su compañía sentido a mí vida. No tengo forma alguna de agradecerles lo que día a día hacen por nosotros, sus hijos. Los amo.

A mis hermanos, Martha y Ramón. Gracias por su solidaridad, por su humor, por estar siempre para mí y por quererme tanto (aunque sea ren en ocasiones). No hay día en que no piense en ustedes, Los quiero.

A July, gracias mi amor por acompañarme a lo largo de este camino, gracias por apoyarme siempre, por motivarme a ser mejor persona, por complementar mi vida. Siempre pones en mi boca una sonrisa, tu ternura es el motor que me hace andar, te amo mi niña.

En memoria de Rodolfo López Lazaro y Marcelo Nuñez Ballinas, dos grandes amigos que se adelantaron, donde sea que estén, gracias por todo...

Agradecimientos

Al **Dr. Ricardo Ayala Barajas**, director de mi tesis; por sus enseñanzas tanto con abejas como en el plano personal, gracias por tu paciencia y tu motivación para ayudarme a forjarme un camino como profesionista.

Al **Dr. Remy Vandame**, tutor de este trabajo; por su espíritu crítico, por sus aportes y consejos para mejorar este trabajo, por todo el apoyo económico y logístico para la realización del mismo, Muchas gracias Remy.

Al **M. B. Miguel Ángel Guzmán Díaz**, asesor; por la camaradería, por su ayuda tanto en campo como en la elaboración de este documento, por sus consejos y enseñanzas, por su incansable apoyo, Gracias Maestro.

Al **M. en C. Benigno Gómez y Gomez**, por su apoyo desinteresado y constante, por su amistad y profesionalismo que ayudaron a concretar este documento, Gracias Benny por todo esto.

Al **Ing. Miguel Cigarroa**, gracias por toda la ayuda brindada en campo, por todo el esfuerzo realizado en La Sepultura, gracias por tu compañerismo y bromas, por tu paciencia y amistad.

Al **CONACYT** por la beca otorgada para la realización de mi maestría.

Al **M. en C. Eduardo Chamé**, curador de la Colección de Insectos Asociados a Cultivos de la Frontera Sur, por el espacio brindado para desarrollar este trabajo, por su camaradería y buenos consejos, Muchas gracias Lalo.

Al **M. en E. Javier Valle Mora**, por sus valiosos comentarios y ayuda en la parte estadística.

A los Doctores **Guillermo Ibarra** y **Edi Malo** por los comentarios brindados para mejorar este documento.

A la **C. Rosalba Morales** y **L. I. Beatriz Romero** por su apoyo brindado durante mi estancia en el Posgrado de ECOSUR, muchas gracias.

Al **L. I. Higínio López** por su ayuda en la elaboración de los mapas y tratamiento de las imágenes satelitales de mis sitios de muestreo.

Al **Biol. Noé González** y al **C. Julio Ballinas**, de la CONANP por las facilidades otorgadas para realizar este estudio.

A las personas de los ejidos Nueva Costa Rica y Adolfo López Mateos, particularmente a **Don Roberto Gálvez**, **Don Pedro Roque** y a **Don José Nájera**, por permitirnos trabajar en sus parcelas.

ÍNDICE

	Página
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
General.....	3
Específicos.....	3
Materiales y métodos.....	4
Área de estudio.....	4
Caracterización de las localidades.....	5
Muestreo.....	7
Análisis considerados.....	8
Resultados.....	10
Diversidad, composición y abundancia de la fauna de abejas de las tres localidades estudiadas.....	10
Efecto del uso del suelo.....	14
Diversidad β para las localidades estudiadas.....	16
Actividad estacional de la comunidad de abejas de las localidades muestreadas.....	17
Relaciones florales.....	20
Discusión.....	24
Conclusiones.....	33
Literatura citada.....	34
Anexo 1. Lista taxonómica de las abejas de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas.....	41
Anexo 2. Lista de plantas visitada por la comunidad de abejas de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas.....	48
Anexo 3. Artículo sometido para su publicación en la Revista Mexicana de Biodiversidad.....	60

Resumen:

Se registra la diversidad de abejas nativas de 3 localidades con diferencias en su uso de suelo dentro de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas. Se reunieron 7018 ejemplares, pertenecientes a 5 familias, 59 géneros y 181 especies en conjunto para las tres localidades, 34 son nuevos registros para Chiapas y dos lo son para México, así mismo se colectan por primera vez en Chiapas los géneros *Ashmeadiella* y *Epeolus*. Al analizar la diversidad a escala de paisaje, las localidades con mayor impacto por el manejo humano, presentan valores más altos de diversidad α y β que lo encontrado en la localidad con vegetación mejor conservada. Sin embargo, cuando se evalúa el impacto del cambio de uso de suelo sobre la diversidad a escala local mediante grupos funcionales, se encuentra que la vegetación conservada alberga una riqueza genérica y específica mayor que la encontrada en los potreros, vegetación ruderal y uso de suelo suburbano. Los grupos funcionales respondieron al cambio de uso de suelo de forma heterogénea pero de manera general, la mayor riqueza de especies se registra en la vegetación conservada. Se registra una mayor riqueza de especies en la temporada de lluvias, mientras que en mayo se registra el menor número de especies. En cuanto a los recursos florales, se colectaron un total de 119 especies de plantas visitadas por las abejas muestreadas pertenecientes a 85 géneros y 32 familias, de las cuales Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae y Malpighiaceae fueron visitadas con mayor frecuencia por las abejas.

Palabras clave: Riqueza, uso de suelo, diversidad, impacto humano, grupos funcionales.

INTRODUCCIÓN

Las abejas (Hymenoptera: Apoidea) son insectos que resaltan por su interacción como polinizadores tanto con la vegetación nativa como cultivada (Kevan y Baker, 1983; Carvalho y Bego, 1997; Delaplane y Mayer, 2000; Thomazini y Thomazini, 2002). Michener (2007) señala que la diversidad de abejas a nivel mundial está en el rango de 25000 a 30000 especies y en el caso de México, Ayala *et al.* (1993, 1996) reportan que la apifauna conocida se compone de seis familias, 144 géneros y 1884 especies, encontrándose la mayor riqueza en las regiones xéricas del norte del país, la cual decrece hacia las regiones tropicales; quienes son intermedias, respecto a la fauna conocida para los bosques templados.

El conocimiento sobre las faunas de abejas y su composición para distintas regiones de México, es el resultado de los estudios faunísticos realizados hasta el momento en San Gregorio, Guanajuato (Godínez, 1991), Zapotitlán de las Salinas, Puebla (Vergara y Ayala, 2002), Reserva del Pedregal de San Ángel, D.F. (Hinojosa, 1996), Chichinautzin, Morelos (Hinojosa, 2003), así como en Jalisco dentro del bosque tropical caducifolio y en los bosques de pinos y encinos (Ayala, 1988; Estrada, 1992; Fierros, 1994). Para la región sureste de México se tienen levantamientos apidofaunísticos en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo (Roubik *et al.*, 1991), Tekom, Yucatán (Novelo, 1998) y en zonas de amortiguamiento e influencia de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas (Balboa, 2007).

La mayoría de los inventarios han sido enfocados al centro del país y aun son escasos los dirigidos a los bosques tropicales del sureste de México, particularmente Chiapas, donde este tipo de vegetación está fuertemente amenazada por las practicas de cambios de uso de suelo, destinadas a la ganadería extensiva y los monocultivos (Macip y Muñoz, 2008). En este mismo contexto, de los estudios apifaunísticos ya listados; pocos abordan los cambios estacionales (Estrada, 1992; Fierros, 1994; Novelo, 1998; Vergara y Ayala, 2002) en los ensambles de especies de abejas.

Son poco conocidos los efectos que el cambio de uso de suelo tiene en la riqueza y abundancia de las poblaciones de abejas, a pesar de su importancia como polinizadores de angiospermas (Quintero *et al.*, 2010). La mayoría de los estudios muestran una pérdida de la riqueza de especies (Steffan-Dewenter *et al.*, 2006; Cane *et al.*, 2006; Meneses *et al.*, 2010), pero también señalan que no todas las especies se encuentran amenazadas por la fragmentación dentro de un paisaje (Henle *et al.*, 2004). La respuesta de las especies a los disturbios antropogénicos varía de acuerdo al tipo de disturbio y a su historia natural (Quintero *et al.*, 2010), enfatizándose entonces la necesidad de generar conocimiento en esta línea de investigación, particularmente en sitios donde la vegetación original se encuentra amenazada por el crecimiento de la frontera agrícola. Para este fin, el estudio de la composición de los grupos funcionales abejas es una herramienta importante para comprender el efecto del cambio de uso de suelo sobre la fauna de abejas. Blondel (2003) define a los grupos funcionales como ensambles de especies temporales o permanentes con similitudes dentro de un contexto funcional, que utilizan los mismos recursos o características de hábitat.

En el Neotrópico los bosques tropicales caducifolios cuentan con un número alto de endemismos y riqueza (Ayala, 2002; Trejo y Dirzo, 2002; Pineda *et al.*, 2007), estas comunidades naturales están poco representadas dentro de las aéreas naturales protegidas (ANP) en Chiapas (Breedlove, 1981; SEMARNAP, 1999), como la presente en la Reserva de la Biosfera La Sepultura (REBISE), siendo escaso el conocimiento sobre la diversidad que resguarda particularmente en su fauna de abejas.

Por lo anterior, este estudio trata la riqueza de la fauna de abejas para la REBISE, aportando información sobre la estacionalidad, las relaciones entre abejas y flora, y se evalúa el impacto que el uso de suelo tiene en el ensamble de especies, así como la composición de grupos funcionales para las tres localidades.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Conocer la diversidad de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea) de distintas localidades con diferente tipo de uso de suelo, dentro de la comunidad del bosque tropical caducifolio en la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Conocer la diversidad, composición y abundancia de la fauna de abejas asociada y característica de las comunidades vegetales incluidas en el estudio.
- Evaluar el efecto que tiene el cambio de uso del suelo sobre la diversidad de grupos funcionales que conforman los ensambles de abejas en tres localidades estudiadas.
- Analizar la diversidad beta de las abejas entre los sitios seleccionados en la RBS.
- Describir la actividad estacional de las faunas de abejas de los sitios de estudio.
- Reunir información sobre las plantas visitadas y que son polinizadas por las abejas, haciendo énfasis en las de importancia económica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Para este estudio se seleccionaron tres localidades con diferentes características de uso del suelo dentro de la Reserva de la Biosfera la Sepultura (Figura 1), situada en el extremo oeste de la Sierra Madre de Chiapas, siendo su límite norte la Depresión Central de Chiapas y al sur la Planicie Costera del Pacífico (SEMARNAP, 1999). De las tres localidades consideradas, dos se encuentran en la zona de amortiguamiento y una dentro de zona núcleo.

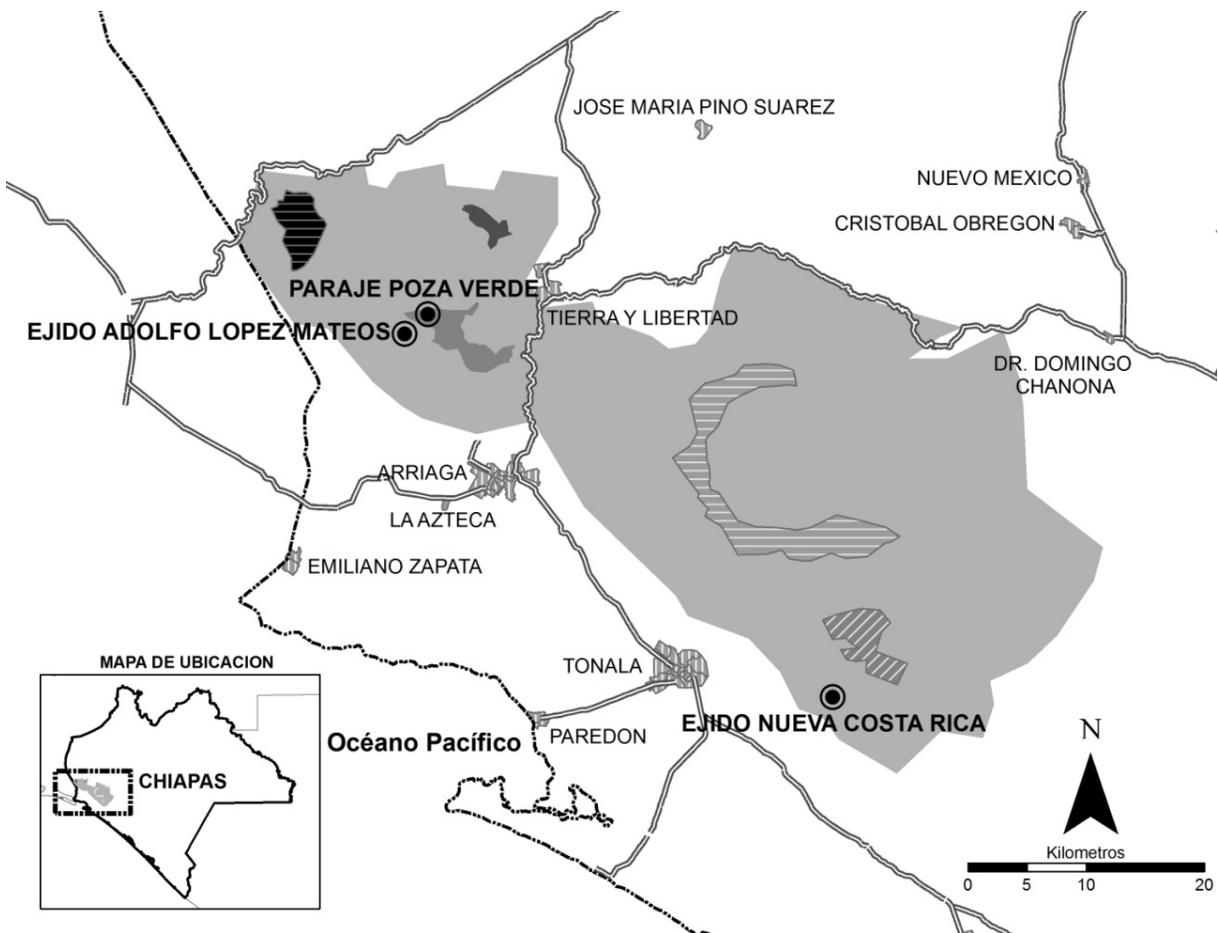


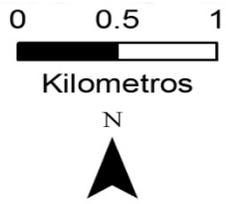
Figura 1. Situación de las localidades consideradas en este estudio en la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas.

Caracterización de las localidades

Para la caracterización de las áreas de muestreo se hicieron recorridos previos para identificar y georreferenciar los usos de suelos que conformaban las mismas. Los datos de georreferenciación de cada fragmento de uso de suelo fueron procesados mediante imágenes satelitales de las localidades y el programa ArcView GIS versión 3.2, de los cuales se obtuvieron los porcentajes de ocupación de cada uso de suelo.

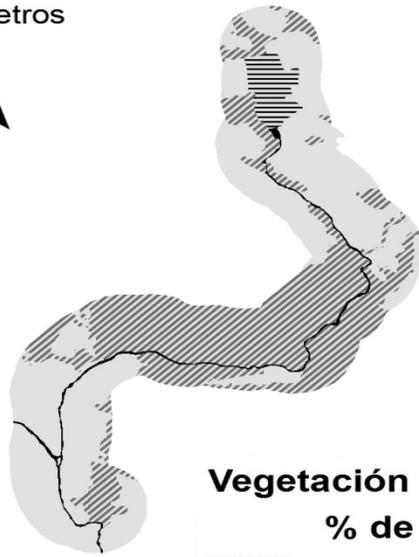
La primera localidad, Nueva Costa Rica (CR) (situada entre los 16°8'6.74" a 16°9'11.62" N y 93°40'56.96" a 93°38'1.08" O), se encuentra en un gradiente altitudinal entre los 256 a 559 m, en el municipio de Tonalá, es la más alterada de las localidades seleccionadas; donde los potreros corresponden a la mayor superficie del área muestreada (73.62 %, Figura 2), los parches de vegetación conservada solo representan el 21.55 %; mientras que la vegetación ruderal y el uso de suelo suburbano en conjunto tienen 4.82 %. La segunda localidad es Adolfo López Mateos (ALM) (16°19'16.74" a 16°20'52.20" N y 93°58'59.82" a 93°58'27.08" O), entre 183 a 552 m de altitud, en el municipio de Arriaga; presenta una situación intermedia respecto a Paraje Poza Verde y CR en cuanto la cobertura que cada uso de suelo registra, en esta localidad las zonas destinadas a la ganadería extensiva y sus parches de vegetación conservada corresponden al 51.1 % y 43.33 % respectivamente; las áreas suburbanas y la vegetación ruderal representan solo 3.55 y 2.05 % respectivamente (Figura 2). La tercera el Paraje Poza Verde (PPV) (16°20'31.47" a 16°20'18.97" N y 93°57'15.95" a 93°56'7.92" O), entre 339 y 892 m, dentro de la zona núcleo "La Palmita" cuya vegetación en toda su superficie corresponde al bosque tropical caducifolio (BTC).

El clima de las tres localidades corresponde al Aw2(w) (Cardoso, 1979) y durante el 2009, los datos de las variables climáticas obtenidos en las estaciones meteorológicas de la CONAGUA en Arriaga y Tonalá, Chiapas, registraron para la temperatura media anual en Arriaga 26.5 °C y para Tonalá de 27.6 °C, mientras que la precipitación total anual fue de 364 y 458 mm respectivamente, siendo julio el mes más lluvioso para Arriaga y septiembre para Tonalá.



ALM

a)

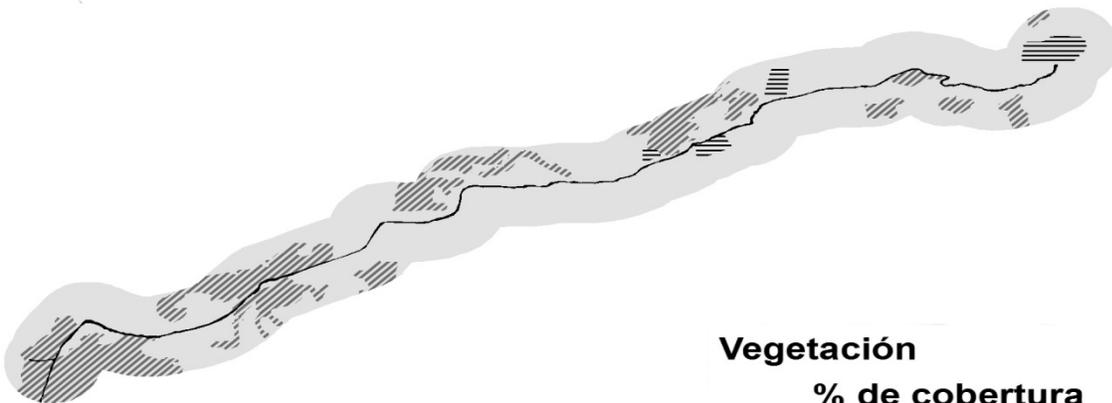


Vegetación

% de cobertura

-  43.33, Vegetación conservada
-  2.05, Vegetación ruderal
-  51.07, Potrero
-  3.55, Suburbano

b)
CR



Vegetación

% de cobertura

-  21.55, Vegetación conservada
-  2.10, Vegetación ruderal
-  73.62, Potrero
-  2.72, Suburbano

Figura 2. Porcentajes de cobertura de los usos de suelos registrados y la vegetación conservada en las localidades con impacto humano. a) Adolfo López Mateos, b) Nueva Costa Rica.

Muestreo

Las colectas se realizaron bimensualmente, en cada caso por tres personas, entre enero y noviembre del 2009. En cada bimestre se invirtieron 6 días de colectas, muestreando dos días cada localidad; sumando así 12 días de muestreos por localidad y 36 muestreos en conjunto. Las localidades consistieron de cuadrantes diseñados en su longitud de acuerdo a los accidentes topográficos encontrados en cada una de ellas, el cuadrante para CR fue de 5.5 km x 100 m; para ALM de 4.2 km x 100 m y para PPV de 2 km x 100 m; dentro de cada cuadrante se invirtió el mismo tiempo en la colecta de abejas (10 horas) en las plantas presentes dentro de los mismos mediante recorridos que tenían como referencia los senderos y caminos. En el caso de PPV se utilizó como sendero el cauce de un río.

Los muestreos se realizaron utilizando redes entomológicas aéreas y atrayentes químicos (eugenól, cineól, salicilato de metilo) de los cuales se colocaron unas gotas en trozos de papel absorbente, que fueron expuestos a una altura de 1.5 m por 30 minutos (Neves y Viana, 1999; Sofia y Suzuki, 2004); los muestreos fueron complementados con la utilización de una trampa Malaise, colocada en el mismo sitio el primer día de colecta para cada localidad y removida al final del segundo día y se utilizó en todas las salidas bimestrales. Las colectas fueron realizadas entre las 06:00 a las 16:00 hrs. Los ejemplares de abejas colectados fueron sacrificados en cámaras letales con cianuro de potasio y para todos se registraron la vegetación y tipo de uso de suelo en que fueron colectados (vegetación conservada, potrero, vegetación ruderal y uso de suelo suburbano), todos los ejemplares fueron montados en alfileres entomológicos el mismo día que fueron colectados. Este estudio excluyó a *Apis mellifera* por ser una especie introducida y manejada en las localidades muestreadas.

Se colectaron tres muestras de cada morfoespecie vegetal vistada por abejas a lo largo de todos los muestreos. Se anotaron y fotografiaron las características de cada morfoespecie reconocida para construir una guía de las plantas que fue utilizada como referencia en los muestreos. Los ejemplares botánicos y las abejas fueron asociados

mediante un número de campo. Las plantas fueron herborizadas para su posterior determinación taxonómica, con la ayuda del Dr. Carlos Beutelspacher de la UNICACH. Todos los ejemplares de plantas fueron depositados en el Herbario Eitzi Matuda de la UNICACH.

La determinación taxonómica de las abejas se realizó con apoyo de la literatura especializada (Michener *et al.*, 1994; Ayala, 1988; Michener, 2007), por comparación con los ejemplares de la Colección de Insectos Asociados a Cultivos de la Frontera Sur (ECO-TAP-E) de ECOSUR, Unidad Tapachula, donde fueron depositados y fueron corroboradas por el Dr. Ricardo Ayala de la Estación de Biología Chamela del IBUNAM. La información resultante de las abejas, plantas y de los muestreos fue resguardada en una base de datos en Excel, que fue utilizada en los análisis de resultados.

Análisis considerados

La riqueza registrada en cada localidad, fue evaluada con el método de curvas de acumulación de especies, ajustadas a la ecuación de Clench, para lo cual se utilizó el programa EstimateS versión 8.2 (Colwell, 2007), utilizando los días de trabajo de campo para la colecta de abejas, como unidades de esfuerzo. Para evaluar la diversidad α se usaron los índice de Simpson (dominancia) y el índice de Shannon-Wiener (equidad), además de la prueba t de Hutcheson (Zar, 1996) para comparar la diversidad α entre las localidades muestreadas; mientras que para la diversidad β se empleó el coeficiente de similitud de Jaccard y para medir el reemplazo de especies el índice de Magurran (Magurran, 1988; Moreno, 2000) y para evaluar la disimilitud se usó la complementariedad (Colwell y Coddington, 1994).

Para el análisis del efecto del uso del suelo sobre la diversidad de abejas, se identificaron los ensambles de abejas para cada tipo de uso de suelo. Así mismo, en los ensambles de cada localidad fueron reconocidos los grupos funcionales usando como base la definición de Blondel (2003); parte de esta información tiene como fuente la

literatura (Ayala, 1988; Ayala, 2002; Michener, 2007) como es el caso de los hábitos nidificación, constancia floral, forma de vida, afinidad biogeografía y distancia de vuelo. En lo referente al tamaño, aunque este no es propiamente un grupo funcional, fue añadido porque tiene influencia sobre la posibilidad que tienen las abejas de visitar flores (Hoehn, 2008) y se considera una variable de importante para estudios ecológicos comparativos (Bullock, 1999) además de estar relacionado con la habilidad de dispersión de las abejas (Cane *et al.*, 2006). Las categorías de tamaño fueron: Muy Grande (26-40 mm), Grande (15-25 mm), Mediana (10-14 mm), Pequeña (4-9 mm) y Muy Pequeña (2.4-3.3 mm).

En el caso de la actividad estacional de las abejas, las variables climáticas de temperatura y precipitación en cada colecta bimensual, para los municipios de Arriaga y Tonalá, fueron proporcionados por las estaciones meteorológicas de CONAGUA de estos municipios. Con base en estos datos y la información temporal de la colecta de abejas, se definieron las siguientes categorías de actividad estacional: inicio (enero) y final (marzo) de la temporada de secas; inicio (mayo), mediados (julio y septiembre) y finales de la época de lluvias (noviembre); las abejas presentes en todas las categorías fueron consideradas como activas todo el año, siendo el mismo caso para las categorías concernientes a las secas y lluvias.

RESULTADOS

Diversidad, composición y abundancia de la fauna de abejas de las tres localidades estudiadas

Se colectaron 7018 ejemplares de cinco familias, 57 géneros y 181 especies de abejas, se registran por primera vez para México *Megachile (Chelostomoides) axyx* Snelling, 1990 y *Megachile (Pseudocentron) inscita* Mitchell, 1930 y para Chiapas los géneros *Ashmeadiella* Cockerell, 1897 y *Epeolus* Latreille, 1802; se reconoce una nueva especie del género *Peponapis* y además, 34 especies son nuevos registros para el estado (Anexo 1).

Apidae es la familia que concentra la mayor riqueza genérica y específica, así como mayor número de ejemplares (Anexo 1, Cuadro 1), seguida por Halictidae y Megachilidae; en ALM estas últimas dos familias presentan la misma riqueza de especies. Colletidae en la localidad CR, registra menor riqueza de géneros; mientras que Andrenidae presenta un nivel de riqueza similar en las tres localidades estudiadas. En cuanto a la abundancia, Andrenidae para CR y Colletidae para ALM y PPV, son los que presentan menor número de ejemplares. En la localidad PPV, sitio con vegetación conservada; se registró la menor riqueza y abundancia de abejas; mientras que en las localidades con mayor uso de suelo (CR y ALM), la fauna de abejas tiene una mayor riqueza de géneros y especies, así como abundancia en comparación con la localidad con vegetación conservada (PPV) (Cuadro 1).

A nivel de géneros, las localidades con impacto humano registran una riqueza mayor a la presente en la localidad con vegetación conservada (PPV). Géneros como *Megachile*, *Centris*, *Hylaeus*, *Lasioglossum*, *Exomalopsis*, *Xylocopa* y *Ceratina*, son más ricos en especies en CR y ALM en comparación con PPV (Anexo 1), este patrón se hace más patente en la abundancia, donde el cambio de uso de suelo propicia mayores posibilidades para la nidificación y alimentación de las abejas, como ocurre en CR y

ALM, donde se registra mayor abundancia a nivel genérico en comparación con PPV, salvo para *Euglossa* que es más abundante en PPV (Anexo 1, Figura 3)

Cuadro 1. Abundancia y riqueza faunística en las tres localidades muestreadas.

Familia	Abundancia				No. de géneros				No. de especies			
	CR	ALM	PPV	T	CR	ALM	PPV	T	CR	ALM	PPV	T
Colletidae	45	20	11	76	2	3	3	3	6	8	5	10
Andrenidae	10	90	21	121	3	3	1	3	3	4	1	5
Halictidae	625	787	81	1493	8	8	7	9	27	28	20	31
Megachilidae	381	455	74	910	6	7	6	8	23	28	16	32
Apidae	1840	1911	667	4418	33	29	23	34	83	81	59	103
Total	2901	3263	854	7018	52	50	40	57	142	149	101	181

CR= Nueva Costa Rica, ALM= Adolfo López Mateos, PPV= Paraje Poza Verde, T= total.

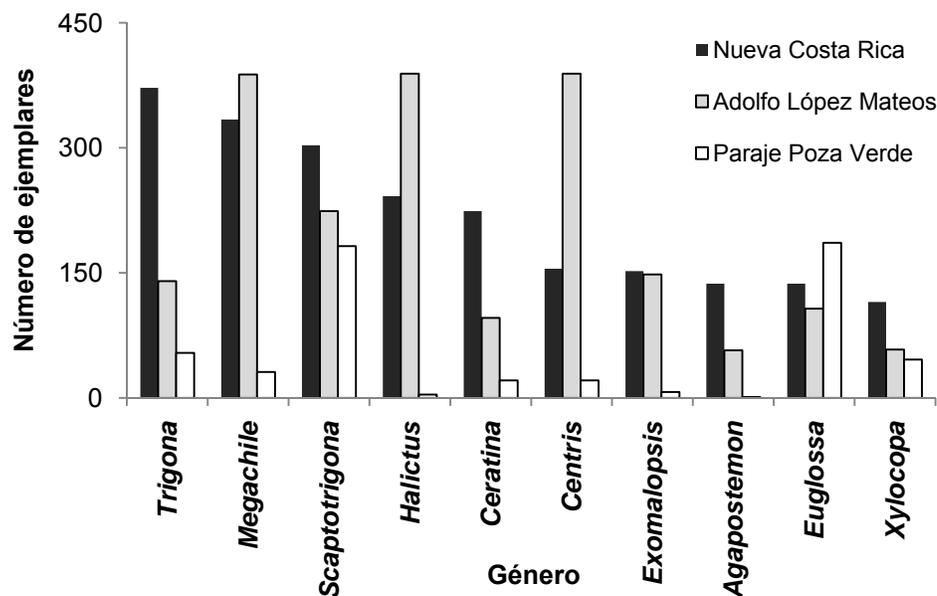


Figura 3. Abundancia de los 10 géneros más comunes para las tres localidades.

En lo referente a la abundancia de especies, cinco de las diez especies más abundantes de PPV y cuatro de CR pertenecen a la tribu Meliponini, mientras que solo dos en ALM. La especie más abundante en CR y PPV es *S. mexicana*, mientras que en

ALM *Halictus lutescens* fue el que registró más ejemplares, *Centris* presenta una alta riqueza de especies (Anexo 1) así como abundancia (Figura 3); por lo que se puede considerar a *Centris* como un elemento característico en ALM.

Los valores de r^2 de las curvas acumuladas (Figura 4), indican un buen ajuste al modelo de Clench, sin embargo ninguna de las curvas alcanza un comportamiento asintótico, siendo esto más evidente en PPV. El modelo estima 201 especies para el conjunto de datos que incluye la información de las tres localidades, mientras que en la localidad con cobertura vegetal conservada (PPV) el modelo predice 164 especies, y las localidades con mayor uso de suelo (CR y ALM), predice 170 y 186 especies respectivamente. La integridad del inventario o “completeness” (Cardoso, 2009) muestra que en el caso de las tres localidades en conjunto se alcanza 89% de la fauna estimada, mientras que para PPV apenas 61% de la misma. En CR y ALM la integridad del inventario presenta valores de 83% y 80%.

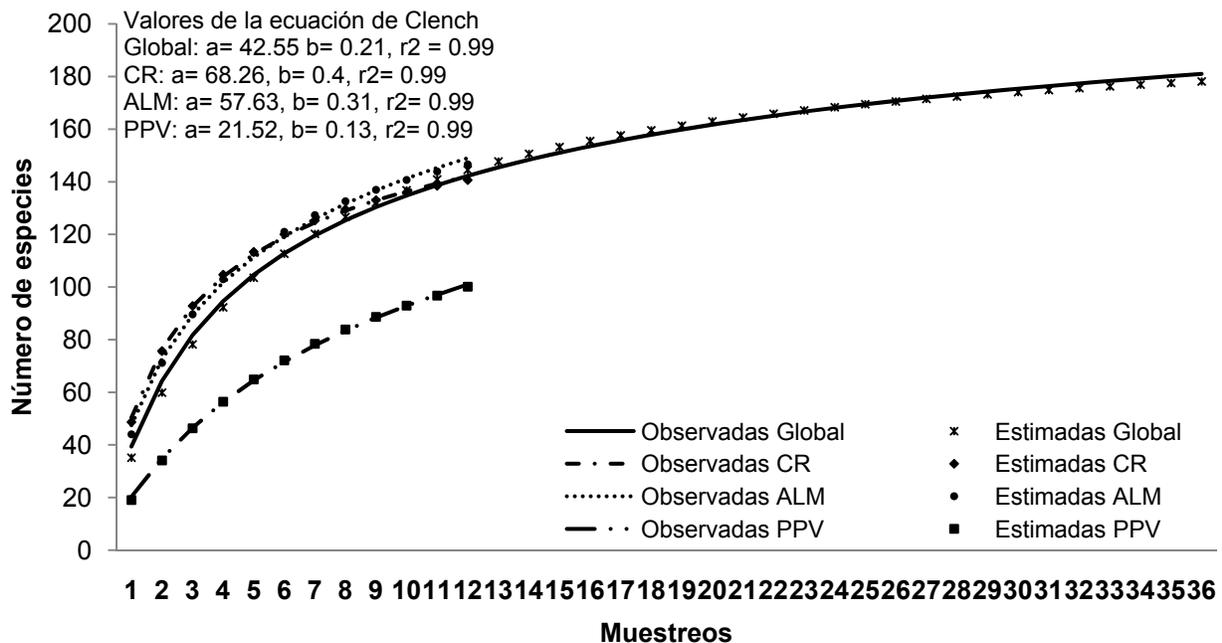


Figura 4. Curvas de acumulación de especies ajustadas a la ecuación de Clench que incluye todas las localidades y para cada una de estas.

Los valores para los índices de diversidad α se presentan en el Cuadro 2. Respecto al índice de Shannon-Wiener, en la localidad con vegetación conservada (PPV), se registró el valor más bajo comparado con los valores obtenidos para CR y ALM que

fueron similares entre sí; mientras que en PPV registró el valor más alto para el índice de Simpson, en contraste a los valores de CR y ALM que fueron semejantes entre sí (Cuadro 2). Del mismo modo, la prueba *t* de Hutcheson muestra diferencias significativas cuando se comparan los ensambles de especies presentes en las localidades que cuentan con alteraciones causadas por las actividades humanas (CR y ALM) y la localidad con vegetación de BTC (CR y PPV: $t = 7.417$; g. l. = 405; $P < 0.001$; ALM y PPV: $t = 10.942$; g. l. = 1125; $P < 0.001$).

Los resultados de los índices de diversidad α en conjunto con las curvas de acumulación de especies sugieren que las faunas de abejas presentes en las localidades con uso de suelo (CR y ALM) presentan valores más altos de diversidad y son más equitativas que la melitofauna registrada en la localidad cuya cobertura corresponde en su totalidad al BTC (PPV). En base a estos resultados, se observa que la heterogeneidad ambiental encontrada en los paisajes de las localidades que cuentan con usos de suelo para actividades agrícolas y ganaderas (Figura 2) permite una mayor gama de microclimas y recursos alimenticios que propician una mayor diversidad en comparación con un paisaje más homogéneo como el encontrado en la localidad con vegetación natural (PPV).

Cuadro 2. Índices de diversidad α de las localidades incluidas en este estudio.

Localidad	Riqueza específica	H'	λ	<i>t</i> de Hutcheson
Nueva Costa Rica	142	4.09	0.029	a
Adolfo López Mateos	149	4.05	0.023	a
Paraje Poza Verde	101	3.42	0.092	b

Índices de Shannon-Wiener; λ : Índice de Simpson. Letras diferentes señalan diferencias estadísticas encontradas por la prueba *t* de Hutcheson.

Efecto del uso del suelo

Cuando se aborda la diversidad α en una escala menor al paisaje, como en el caso de los componentes de cada paisaje (fragmentos de vegetación conservada y modificados por el uso de suelo) se aprecia que la mayor riqueza se registra en los parches de vegetación conservada (138 especies) y una riqueza de especies menor es albergada por los usos de suelo derivados de la actividad humana, donde los potreros registran 122 especies, mientras que la vegetación ruderal y el uso de suelo suburbano cuentan con 113 y 107 especies respectivamente.

Lo anterior nos muestra el efecto que el uso de suelo tiene en la riqueza de especies, probablemente las abejas ocupan los fragmentos de vegetación natural como áreas de nidificación, en los cuales buscan sus recursos florales y se desplazan a las zonas más alteradas para complementar su dieta, que solo ofrecen condiciones propicias para la nidificación de especies que emplean el suelo o madera muerta como sustrato, como los géneros *Megachile*, *Centris*, *Exomalopsis* y *Halictus* (Figura 3), cuya abundancia en las áreas alteradas responde a esta condición.

Este efecto se acentúa cuando se consideran los grupos funcionales asociados a la vegetación conservada y para cada uso del suelo, a pesar de que los parches de vegetación conservada y las zonas con uso de suelo ofrecen las mismas condiciones, respecto a las categorías que conforman los grupos funcionales; de manera general los fragmentos de vegetación conservada albergan una mayor riqueza en cada grupo funcional evaluado y solo en casos particulares como las abejas que usan como sustrato la madera podrida o las que nidifican en los agujeros en madera, suelo y paredones incrementan su riqueza en los potreros (Figuras 5 y 6). Sin embargo, a pesar del impacto humano existente en los potreros, estos resguardan una riqueza de especies considerable, aunque inferior a la existente en los parches de vegetación conservada, pero mayor a la que se registró en sitios con vegetación ruderal y áreas suburbanas.

Independientemente de los fragmentos que componen cada paisaje, el mayor número de especies tiene como sustrato de nidificación al suelo, y son pocas las especies que utilizan la madera podrida para hacer sus nidos. Del mismo modo, el polen y néctar son los recursos que emplean con mayor frecuencia las abejas al visitar flores; en cuanto al tamaño, las abejas de talla Mediana presentan mayor riqueza de especies comparada con los demás tamaños en este grupo funcional. Al considerar la forma de vida, la mayor riqueza de especies son solitarias, mientras que las abejas con afinidad Neotropical dominan el ensamble del grupo funcional “Afinidad biogeográfica”. La misma situación se presenta en las abejas que pueden desplazarse desde 0.5 o hasta 2 km, las cuales registran más del 60% de las especies en este grupo (Figura 6).

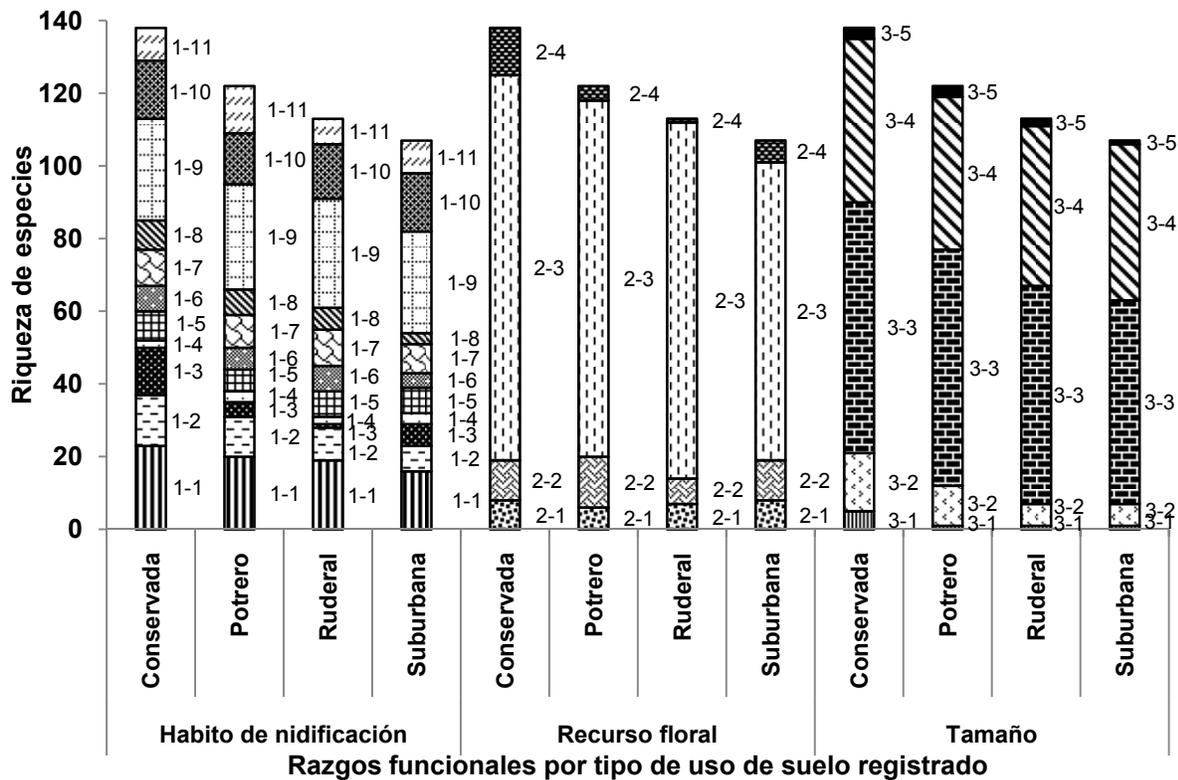


Figura 5. Grupos funcionales de abejas por cada uso de suelo registrado. Hábitos de nidificación: 1-1 Agujeros en madera y oquedades, 1-2 Cavidades en árboles, 1-3 Cavidades en paredones y troncos, 1-4 Madera podrida, 1-5 Nidos de hospedero, 1-6 Paredones, 1-7 ramas secas, 1-8 Ramas vivas gruesas, ramas muertas, agujeros en madera, 1-9 Suelo, 1-10 Suelo, paredones, 1-11 Suelo, paredones, ramas muertas, agujeros en madera. Recurso floral: 2-1 Néctar, 2-2 Polen, Aceites, 2-3 Polen, Néctar, 2-4 Polen, Néctar y esencias. Tamaño: 3-1 Muy Grande, 3-2 Grande, 3-3 Mediano, 3-4 Pequeño, 3-5 Muy pequeño.

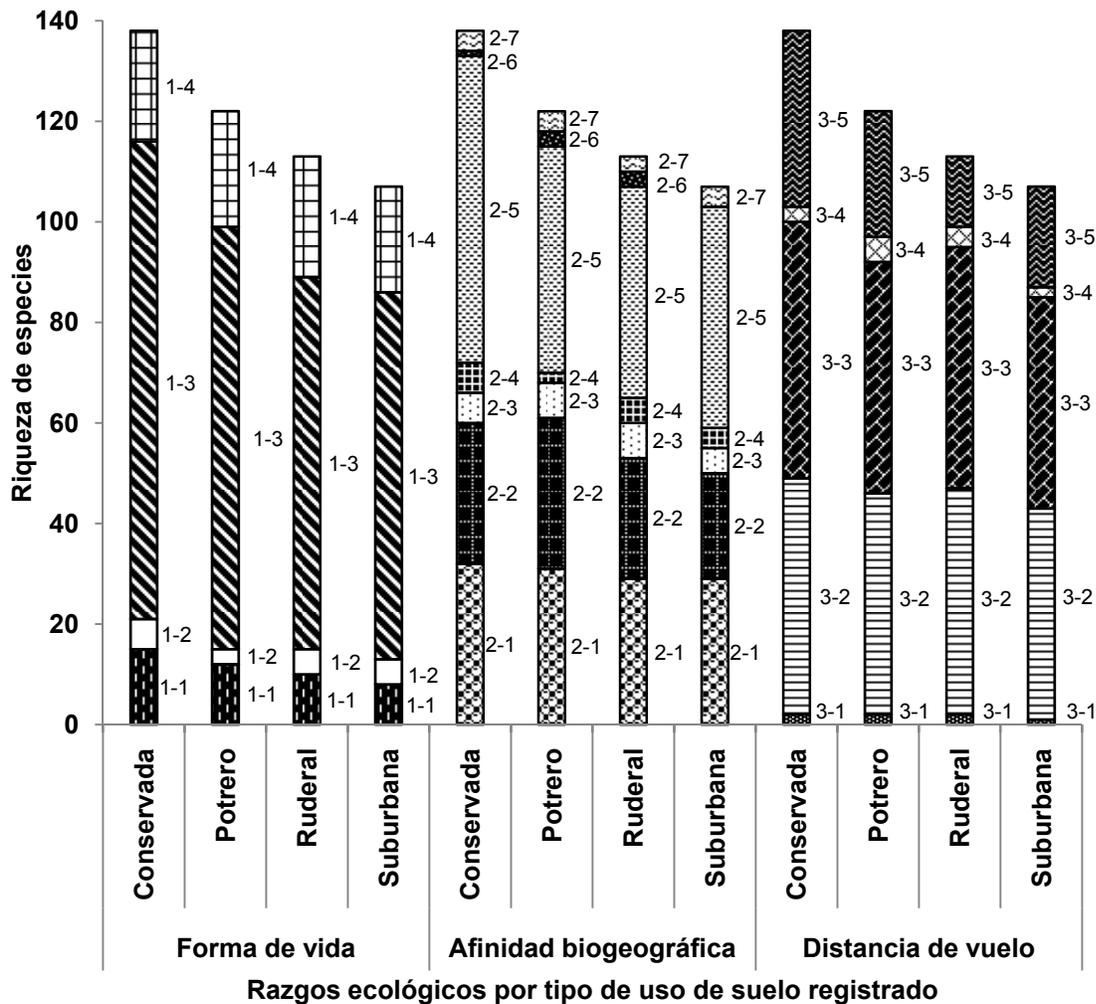


Figura 6. Grupos funcionales de abejas por cada uso de suelo registrado. Forma de vida: 1-1 Eusocial, 1-2 Parásita, 1-3 Solitaria, 1-4 Subsocial. Afinidad biogeográfica: 2-1 Amplia distribución, 2-2 Anfrotropical, 2-3 Mesoamericana, 2-4 Neártica, 2-5 Neotropical, 2-6 Nuevo Mundo, 2-7 Sonorense. Rango de vuelo: 3-1 0.1 km, 3-2 0.5 km, 3-3 1-2 km, 3-4 1-5 km, 3-5 1-10 km.

Diversidad β para las localidades estudiadas

La diversidad β indica el grado de recambio de especies existentes al comparar un par de localidades; al contrastar la localidad con vegetación original (PPV) con respecto a la más alterada (CR), la primera presenta 13 especies exclusivas, mientras que la segunda registra 54 especies que no se encuentran en PPV. En cuanto a las faunas de

PPV y ALM, 12 especies son exclusivas a la primera localidad y 60 lo son en ALM. Del mismo modo, CR registra 26 especies diferentes al pool de especies de ALM, la cual muestra 33 especies únicas respecto a CR.

El coeficiente de similitud de Jaccard señala que PPV es similar en 56 y 55 % a la melitofauna presente en CR y ALM respectivamente, mientras que entre CR y ALM existe una similitud del 66% en sus ensambles de especies (Cuadro 3). Los valores del índice de Magurran y el de complementariedad refuerzan esta tendencia, al mostrar en sus valores mayor disimilitud entre la comunidad de abejas presente en PPV con las localidades alteradas por el uso de suelo (CR y ALM, Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparaciones de la diversidad β de las localidades muestreadas.

Índice β	Comparación entre localidades		
	CR-ALM	CR-PPV	ALM-PPV
Coeficiente de similitud de Jaccard	0.663	0.568	0.553
Índice de Magurran	98.11	105.04	111.80
Complementariedad	0.34	0.43	0.45

CR= Nueva Costa Rica, ALM= Adolfo López Mateos, PPV= Paraje Poza Verde.

Los resultados obtenidos sugieren que la similitud entre las localidades con impacto provocado por la actividad humana (CR y ALM) se debe a la semejanza en su conformación vegetal (Figura 2), las cuales ofertan una mayor cantidad de microclimas, sitios de nidificación y recursos alimenticios en los parches de vegetación conservada así como en áreas con uso de suelo, que la ofrecida en un área más homogénea como lo es la localidad PPV.

Actividad estacional de la comunidad de abejas de las localidades muestreadas

Los datos de las variables climáticas para los municipios de Arriaga y Tonalá, se grafican en la Figura 7. En Arriaga, los meses más calurosos fueron marzo, mayo y septiembre; mientras que enero, marzo y mayo lo fueron en Tonalá. El periodo de

lluvias inició en mayo para Arriaga y en marzo para Tonalá, concluyendo en septiembre para ambas localidades, Los meses con mayor precipitación correspondieron a julio y septiembre para Arriaga y Tonalá respectivamente.

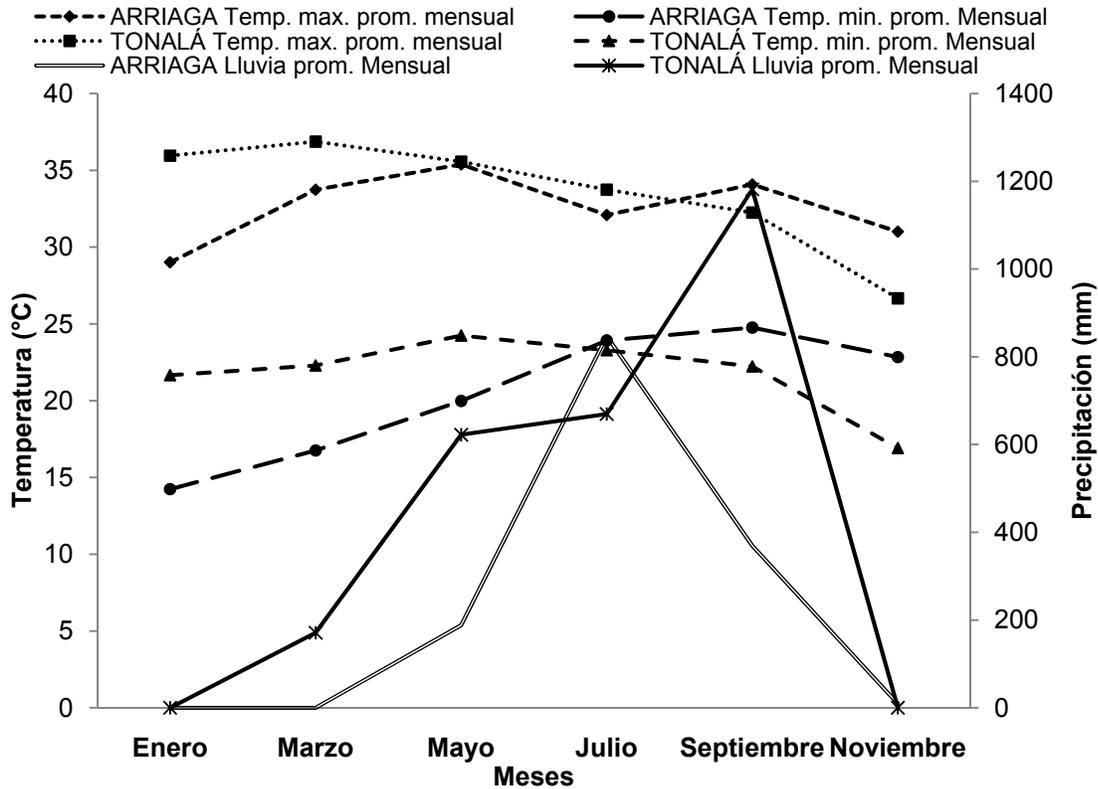


Figura 7. Grafica del clima para las cabeceras municipales de Arriaga y Tonalá, Chiapas , en 2009; datos proporcionados por CONAGUA.

La mayoría de las especies de abejas presentan de todas las familias presentan actividad todo el año y en la temporada de secas, tanto al inicio como al final de la misma se registra la menor riqueza, en contraste con la época de lluvias, a mediados de la cual se registró 37 especies activas (Figura 8).

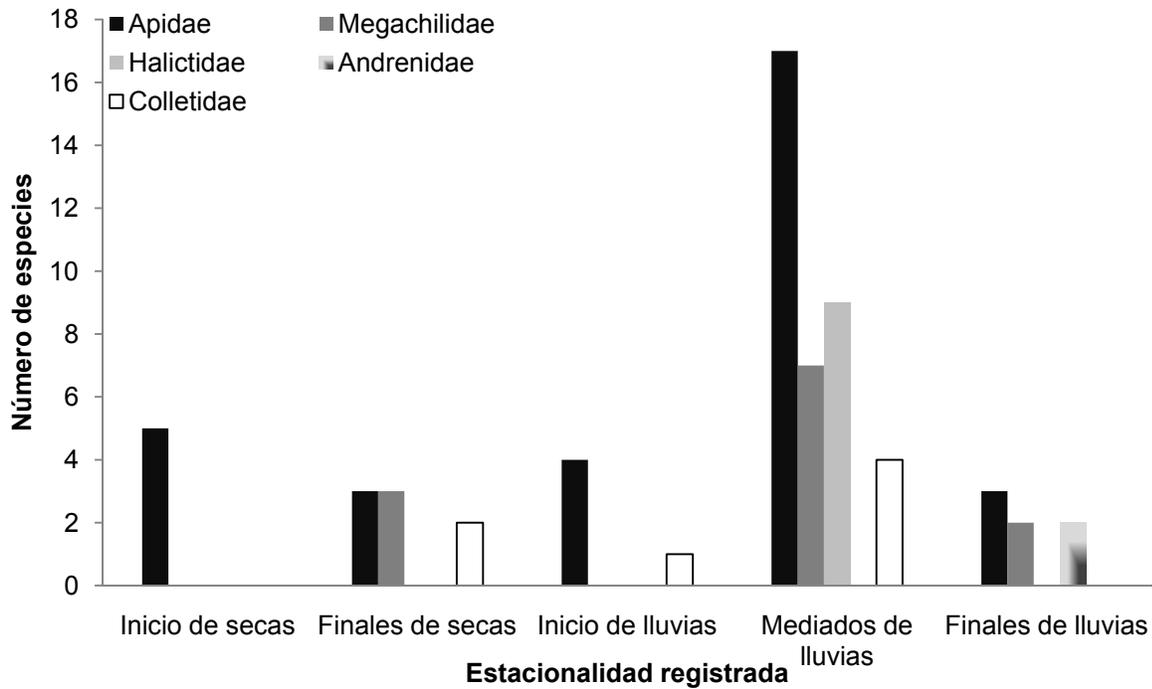


Figura 8. Distribución estacional de las cinco familias registradas para las localidades de estudio.

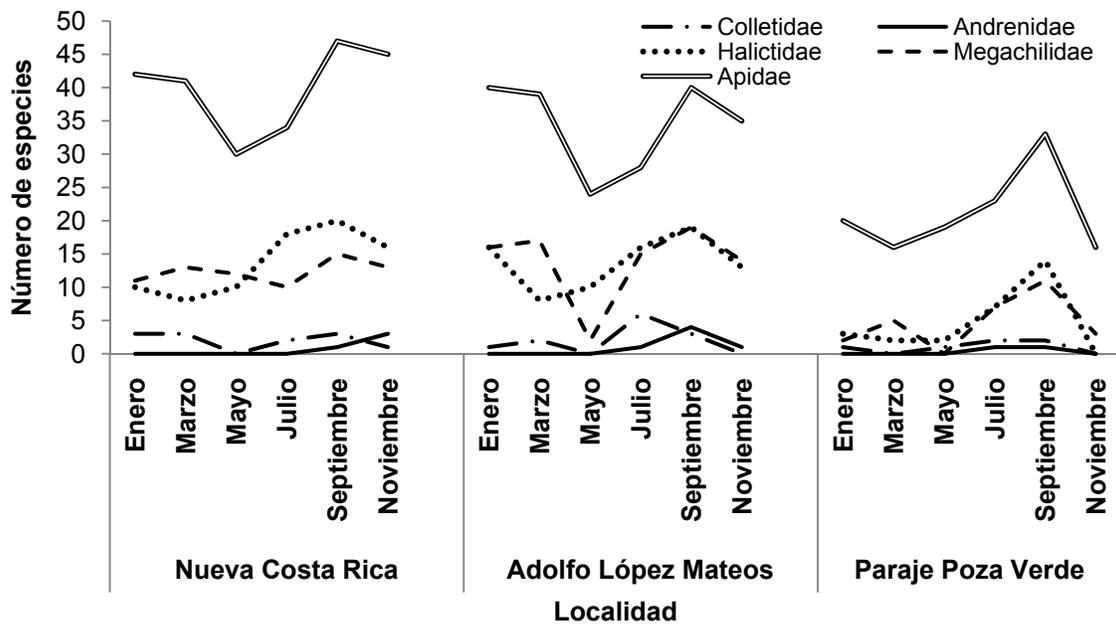


Figura 9. Riqueza de especies por familia de abejas y su variación en las colectas bimestrales.

La riqueza de especies se ve favorecida por la temporada de lluvias, donde todas las familias registradas incrementan su número de especies, particularmente en los meses

de septiembre y noviembre. Sin embargo, el periodo más crítico para las abejas se presenta en el mes de mayo que corresponde al inicio de las lluvias, mientras que en la temporada correspondiente a la época de secas se registra una riqueza moderada (Figura 9), donde las abejas que presentan actividad todo el año contribuyen en mayor medida al número de especies presentes en esta estación (Figura 8). Cabe destacar que la familia Andrenidae solo presenta actividad en la temporada de lluvias, donde a finales de lluvias presenta su mayor riqueza (Figuras 8 y 9).

Relaciones florales

Se establecieron las relaciones florales para 5650 de los 7018 ejemplares de abejas colectados, y respecto a las plantas; se colectaron en conjunto para las tres localidades 119 especies de plantas, pertenecientes a 85 géneros y 32 familias visitadas por abejas. La familia de plantas con mayor riqueza de géneros y especies es Fabaceae, seguida de Asteraceae, Bignonaceae, Malpighiaceae y Convolvulaceae, mientras que 12 familias de plantas solo se encuentran representadas por una sola especie (Figura 10). Del total de plantas colectadas, sólo tres pertenecen a cultivos de importancia económica en la región, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita ficifolia* y *Zea mays*.

El número de especies de plantas disponibles no se encuentra correlacionado con la riqueza de especies por muestreo no se encuentra correlacionada ($y = 1.6182x + 43.649$, $R^2 = 0.3319$). La mayoría de especies de todas las familias son generalistas como visitantes de flores y en el caso de Andrenidae y Halictidae todas las especies registradas son generalistas. Las especies oligolécticas son en su mayoría de la familia Apidae, mientras que Megachilidae y Colletidae solo presentan una y dos especies oligolécticas respectivamente.

Diez especies de plantas son importantes porque sus flores son las más visitadas por las abejas y sobre ellas se colectó el 27% de los ejemplares reportados en este trabajo. Cuatro pertenecen a Fabaceae, mientras que Asteraceae y Sapindaceae cuentan con dos especies cada una (Cuadro 4).

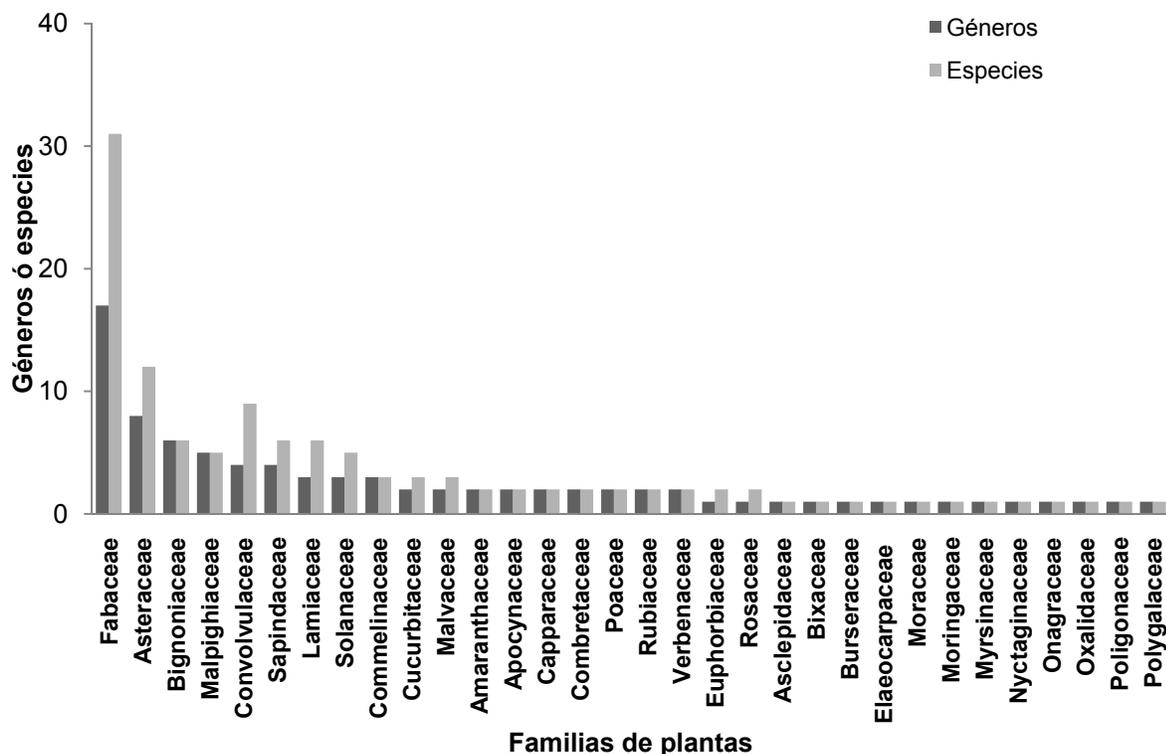


Figura 10. Riqueza de géneros y especies de las plantas visitadas por las abejas y colectadas en las localidades estudiadas.

Cuadro 4. Las diez especies de plantas con mayor abundancia de visitas de abejas reuniendo la información de las tres localidades muestreadas.

Especie de planta	Abundancia de abejas	Riqueza de especies	Especie abundante	Género más rico
<i>Gliricidia sepium</i>	380	40	<i>Megachile axyx</i>	<i>Centris</i>
<i>Sida acuta</i>	278	50	<i>A. nasutus</i>	<i>Ceratina</i>
<i>Senna atomaria</i>	213	30	<i>Exomalopsis</i> sp9	<i>Xylocopa</i>
<i>Desmodium</i> sp1	195	25	<i>S. mexicana</i>	<i>Megachile</i>
Lamiaceae sp1	151	37	<i>Trigona nigra</i>	<i>Megachile</i>
Fabaceae sp3	145	30	<i>Ceratina</i> sp2	<i>Megachile</i>
<i>Eupatorium</i> sp1	144	27	<i>Halictus lutescens</i>	<i>Megachile</i>
Asteraceae sp2	139	43	<i>Pseudopanurgus</i> sp1	<i>Megachile</i>
<i>Serjania</i> sp1	137	16	<i>S. mexicana</i>	<i>Lasioglossum</i>
<i>Paullinia</i> sp1	127	28	<i>S. pectoralis</i>	<i>Megachile</i>

La repartición del recurso fue variable entre las especies, en función de los requerimientos de la flor y el tamaño de sus visitantes florales, por ejemplo *Senna atomaria* (L.) Irwin & Barneby sobre la cual se registró principalmente especies que colectan polen mediante la vibración, mientras que en *Serjania* sp1, la talla de sus visitantes florales es pequeña. Así mismo, plantas que presentaron menos visitantes, tienen una riqueza superior, que aquellas que registraron más individuos, como el caso de *Paullinia* sp1 y *Desmodium* sp1. El mayor aporte a la riqueza de abejas registrada sobre plantas corresponde a *Megachile*.

Para mejor comprensión de la relación que las abejas generalistas tienen con las plantas, se aborda por familias (Anexo 2). Colletidae presenta preferencias por flores de las familias Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Sapindaceae y Solanaceae; Andrenidae utiliza los recursos de Fabaceae y Convolvulaceae. Las especies de Halictidae son poliléticas, contrario a Colletidae y Andrenidae, y las tribus Halictini y Augochlorini presentan preferencias por las especies de Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Malvaceae y Solanaceae; y eventualmente visitan especies de Bignoniaceae, Cucurbitaceae, Lamiaceae, Malpighiaceae, Oxalidaceae y Poaceae.

Las especies de Megachilidae tienen hábitos altamente poliléticos, visitando flores de Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae y Lamiaceae; y eventualmente Malpighiaceae, Sapindaceae y Solanaceae. Mientras que las abejas de la familia Apidae muestran preferencia por las Asteraceae, Bignoniaceae, Convolvulaceae, Fabaceae y Malpighiaceae. La familia Apidae colecta recursos principalmente de Convolvulaceae, Fabaceae y Malpighiaceae; y eventualmente son registradas sobre Asteraceae, Bignoniaceae y Lamiaceae.

Respecto a los cultivos, Las especies de abejas que son visitantes importantes de flores de *Cucurbita pepo* y *C. ficifolia*, son 14 especies y dominada por *Peponapis smithi* Hurd & Linsley, 1966, *Partamona bilineata* (Say, 1837) y *P. utahensis* (Cockerell, 1905), (24, 17 y 10 ejemplares respectivamente); mientras que un el ensamble de nueve

especies emplean recursos de *Zea mays* y resaltan como visitantes de este cultivo *Trigona fuscipennis* Friese, 1900 (18 individuos) y *P. utahensis* (14 ejemplares).

DISCUSIÓN

Diversidad α y riqueza de las abejas de las localidades estudiadas

En cuanto a las curvas de acumulación, ninguna de ellas logra alcanzar un comportamiento asintótico con los muestreos considerados para este estudio, acentuándose lo anterior para la localidad con vegetación en mejor estado de conservación (PPV). Respecto a la integridad del inventario faunístico, al reunir la información de las tres localidades; el estudio se puede considerar como intensivo, de acuerdo con Thompson *et al.* (2007) y Cardoso (2009), quienes consideran que valores del 70 al 80% en la integridad del inventario son representativos de la riqueza de especies presentes en un lugar determinado. En el mismo contexto, Moreno y Halffter (2000) señalan que registrar al 100% de la fauna de un lugar es impráctico, debido al esfuerzo que se requiere. Con base a lo anterior, la fauna de las localidades con manejo humano (CR y ALM), encajan como inventarios intensivos, mientras que en la localidad PPV, el ensamble registrado resulta ser aún incompleto (61%); sin embargo, Cardoso (2009) señala que inventarios que registran un porcentaje superior al 50% pueden ser empleados para fines comparativos.

Respecto a los valores de los índices de diversidad α , existen estudios que señalan que los paisajes con impacto humano presentan igual o mayor riqueza de especies que áreas con vegetación conservada (Klein *et al.*, 2007; Romey *et al.*, 2007; Winfree *et al.*, 2007; Sheffield *et al.*, 2008). En este contexto, Steffen-Dewenter y Tscharrntke (2001) comentan que áreas que presentan alteraciones en su estructura vegetal presentan mayor heterogeneidad, por lo que las abejas dentro de localidades con impacto humano se ven incrementadas en su riqueza al encontrar una mayor gama de condiciones así como lugares para nidificar (Romey *et al.*, 2007). Sin embargo, es importante señalar que para el caso de PPV (localidad con vegetación conservada), los muestreos bimensuales aparentemente no coincidieron con los mejores momentos de la fenología de floración, además de la dificultad de muestrear en la copa de los arboles; estos factores en conjunto explican la baja riqueza registrada en esta localidad, en

comparación a lo encontrado cuando el uso de suelo fue para la ganadería y agricultura.

Apidae es la familia con mayor riqueza de géneros y especies en la gran superfamilia Apoidea (Apoides). Como consecuencia de esta riqueza, estas abejas también presentan variedad de formas de vida y hábitos de nidificación (Michener, 2007). La alta riqueza encontrada para esta familia en este estudio corresponde al patrón conocido para distintas regiones de América, como México (Ayala, 1988; Hinojosa, 2003; Novelo, 1998 y Balboa, 2007), Guatemala (Rodríguez, 2008), Panamá (Michener, 1954), Costa Rica (Heithaus, 1979) y Brasil (Santos et al., 2004; Aguiar y Zanella, 2005; Araujo *et al.*, 2006). A este respecto, Ayala (2002) señala que Apidae es un componente característico de la fauna de abejas de Chamela y que puede tener la misma relevancia en otras localidades con bosque tropical caducifolio. Por el contrario, Colletidae y Andrenidae no están bien representadas en la región incluida en este estudio. Colletidae presenta gran diversidad en el hemisferio sur, particularmente en regiones templadas de Sudamérica y en Australia (Ayala, 1988; Michener, 2007), mientras que Andrenidae tiene su centro de diversificación en las regiones xéricas de Norteamérica (Ayala, 2002; Michener, 2007). Entre las pocas especies de estas familias presentes en la región que incluye este estudio y el resto de Centroamérica están representadas por los géneros *Colletes*, *Hylaeus*, *Calliopsis* y *Pseudopanurgus* (Michener, 1954; Ayala, 2002; Balboa, 2007).

Al comparar el total de especies reportadas por este estudio con lo obtenido en otros sitios de México y Guatemala (Cuadro 5) se encuentra que la riqueza presente en Chamela, Jalisco y en la Reserva de la Biosfera “El Triunfo”, Chiapas (RBT) es mayor a la encontrada para la REBISE, y a su vez, esta es mayor a la encontrada para el resto de las localidades estudiadas. Respecto al número de ejemplares colectados en la REBISE, este es mayor a lo reportado en los demás levantamientos apidofaunísticos; a excepción de lo registrado para la RBT, con lo cual se puede resaltar el esfuerzo de colecta realizado en este estudio.

La riqueza de especies presentes en Chamela, Jalisco es posible que sea mayor a lo registrado en las tres localidades de la REBISE, debido a aspectos geográfico-históricos que le han permitido incorporar especies con de afinidades de la fauna Neártica, Anfítropical y Sonorense, con rangos de distribución que incluyen solo unas pocas especies que no alcanzan el sur de México. Sin embargo, las características de la REBISE con un gradiente altitudinal de 160 a 2550 m, baja precipitación y fuertes vientos (SEMARNAP, 1999) se puede esperar una fauna muy rica en abejas, que probablemente no se registró, por la naturaleza bimensual de los muestreos, que no permitieron cubrir en su totalidad la fenología floral.

Cuadro 5. Comparación de la riqueza de abejas, plantas y ejemplares colectados, respecto a otros estudios realizados en sitios con vegetación similar a la presente en las regiones incluidas en este estudio.

Sitio	Autor	Vegetación muestreada	Especies de abejas	Plantas visitadas por abejas	Número de ejemplares
REBISE	Presente estudio	BTC, Potreros, Vegetación secundaria	181	118	7018
Volcán de Tequila, Jalisco	Fierros, 1994	BTC perturbado y Bosque Mixto	172	70	1634
Chamela, Jalisco	Ayala, 1988	BTC, BTSC, VC	228	758*	6000
Tekom, Yucatán	Novelo, 1998	BTC y SM	105	N/D	1464
Motagua, Guatemala	Rodríguez, 2008	BE	138	339*	1133
RBT	Balboa, 2007	SM	222	N/D	7661

REBISE= Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas; RBT= Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas; BTC= Bosque Tropical Caducifolio; BTSC= Bosque Tropical Subcaducifolio; VC= Vegetación Costera; SM= Selva Mediana; BE= Bosque Espinoso; *Total de especies de plantas registradas para el área de estudio.

La semejanza en riqueza de especies, con la fauna de abejas del Volcán de Tequila, Jalisco (Fierros 1994, Cuadro 5), puede ser resultado de que las dos localidades tengan estructuras y composición similar en la vegetación. El caso de Tekom, Yucatán, su baja

riqueza puede ser el resultado de que no tiene el gradiente altitudinal de la REBISE (60 a 2550 m) que incrementa la cantidad de nichos que las abejas pueden ocupar, además de que el suelo poco profundo en la península de Yucatán, limita la presencia de especies que nidifican en suelo, como señalan Ayala *et al.* (1993).

Efecto del uso del suelo

A pesar de que los valores de los índices de diversidad muestran una riqueza de especies mayor en las localidades alteradas (CR y ALM), los resultados obtenidos cuando se aborda el efecto del uso de suelo en la diversidad de abejas en una escala local; como lo son los fragmentos de vegetación conservada y las áreas con uso de suelo que componen las localidades, muestran una pérdida de especies a medida que la vegetación conservada sufre alteraciones por las actividades humanas. Al igual que en este estudio, la pérdida de diversidad por causa de la fragmentación ha sido reportada por diversos autores (Aizén y Feinsinger, 1994; Klein *et al.*, 2002; Kremen *et al.*, 2002; Steffan-Dewenter *et al.*, 2002; Kremen *et al.*, 2004; Tylianakis *et al.*, 2005), quienes señalan la importancia que tienen las áreas de vegetación natural en la conservación de las abejas.

Las abejas responden de manera heterogénea a la fragmentación (Quintero *et al.*, 2010) y uno de los factores que determina el ensamble de la comunidad de abejas de una localidad es, entre otros factores, la disponibilidad de sitios de anidamiento (Steffan-Dewenter *et al.*, 2006; Roulston y Goodell, 2011), que se ve fuertemente influenciada por los requerimientos específicos de cada especie, tanto en el sitio para nidificar, como en los materiales que utiliza (Sheffield *et al.*, 2008). Los resultados del efecto de uso del suelo en el grupo funcional constituido con base a los hábitos de nidificación muestran que la mayoría de las especies nidifica en cavidades de paredones y troncos que se presenta en las áreas conservadas, esto se debe a que de manera general, los parches de vegetación conservada remanente se encuentran en sitios de difícil acceso y con pendientes pronunciadas, que reúnen las condiciones necesarias para las abejas. Por otra parte, las especies que usan el suelo suburbano se

concentra en las paredes de adobe, que permiten la nidificación de abejas como es el caso de *Centris (Hemisiella) nítida* Smith, 1874, *Centris (H.) trigonoides* Lepeletier, 1841, *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804), *Melitoma marginella* (Cresson, 1872) y *Ancyloscelis* sp1.

En cuanto a las abejas que utilizan madera podrida para anidar, se registraron pocas especies en la localidad con vegetación conservada, posiblemente porque la disponibilidad del sustrato para nidificar es menor, que en las localidades que tienen un uso de suelo más afectado por el manejo humano (CR y ALM), al respecto Romey *et al.* (2007) señalan que las actividades de tala (como la limpia de potreros en el contexto de este estudio) aumenta la disponibilidad de sitios de nidificación particularmente para las abejas que emplean como sustrato la madera podrida; situación opuesta a la de *Xylocopa* (Xylocopini), que presentó su menor riqueza cuando el uso del suelo es suburbano, mientras que los Centridini registran mayor riqueza en los potreros.

En lo referente a los recursos florales empleados por las abejas, en las localidades comparadas en este estudio, las abejas de vida parásita y que sólo forrajean néctar (Figura 5), tienen preferencia hacia las flores que ocurren en áreas en las que el suelo está más alterado (uso suburbano), donde se registran especies que nidifican en construcciones de adobe y que sirven a estos parásitos como hospederos. Al respecto Wcislo y Cane (1996) señalan que la selección de los sitios para nidificar determina en buena medida el complejo de enemigos que atacará el nido; y cuando los nidos se dan en agregaciones (como en las construcciones de adobe) son más parasitados que aquellos que están aislados. En el caso de los euglosinos, estos muestran mayor riqueza en la vegetación conservada debido a la fuerte asociación que tiene con esta (Neves y Viana, 1999; Brito y Rêgo, 2001; Milet-Pinheiro y Schlindwein, 2005), mientras que en hábitats fragmentados se registra disminución en la riqueza y abundancia de estas abejas (Sofia y Suzuki, 2004), notándose lo anterior en sitios con usos de suelo con mayor impacto humano, como la vegetación ruderal.

En cuanto al tamaño de las abejas, tanto Cane *et al.* (2006) como Winfree *et al.* (2007) no registran asociación de las abejas de mayor tamaño con la vegetación conservada, situación opuesta a lo encontrado en este estudio, en el que se encontró la mayor riqueza cuando el tamaño es “muy grande”. Del mismo modo, la riqueza mayor para las abejas de talla “muy pequeña” se registró en la vegetación conservada. Las abejas “muy grandes” y “muy pequeñas” presentan la menor riqueza cuando el uso de suelo es suburbano y tiene impacto antrópico mayor. Mientras que Cane *et al.* (2006) reportan mayor riqueza y abundancia de abejas de menor tamaño en fragmentos del desierto cercanos o dentro de áreas urbanizadas o suburbanizadas.

El efecto del uso de suelo sobre las especies, según su área aproximada de desplazamiento ha sido estudiado, dado que al igual que con el tamaño, se piensa, que las abejas pequeñas tiene una movilidad menor (Winfree *et al.*, 2007) y por lo tanto pueden ser más vulnerables a los cambios en la vegetación. Los datos obtenidos para abejas con área de vuelo de 0.1 km (Figura 6) no cumplen con el planteamiento de los autores arriba citados., Sin embargo para las abejas que tienen mayor vagilidad (1 a 10 km, Figura 6) se cumple esta idea, mostrando una mayor riqueza en la vegetación conservada que cuando el uso de suelo es suburbano.

Respecto a la forma de vida, todas las especies eusociales registradas en este estudio son meliponinos (tribu Meliponini), y la mayor riqueza se registró cuando la vegetación es conservada. Lo anterior responde a la fuerte asociación que tienen con la vegetación que presenta los recursos tanto para sus alimentos como en sitios para nidificar y materiales para la construcción de sus nidos (Guzmán *et al.*, 2009).

Diversidad beta

Para las abejas, diversos trabajos (Summerville *et al.*, 2003; Clough *et al.*, 2007; Wilson *et al.*, 2009) mencionan que la diversidad en su nivel β es diferente entre localidades con diferencias en su conformación vegetal, independientemente de la distancia entre éstas, como ocurre con las localidades con vegetación conservada y con diferencias en

su uso de suelo consideradas en este estudio. Al respecto Tylianakis *et al.* (2006) señalan que la diversidad β en escalas espaciales pequeñas obedece a factores como el tipo y área del hábitat, intensidad del manejo e interacciones inter e intraespecíficas. Lo anterior explica la similitud encontrada en los valores del coeficiente de similitud de Jaccard (Cuadro 3) para las dos localidades con impacto humano (CR y ALM) y su respectiva diferencia con la localidad con vegetación conservada, particularmente en los valores del recambio de especies, entre las localidades (Índice de Magurran, Cuadro 3), dichos valores en conjunto son concordantes con lo propuesto por Harrison *et al.* (1992) respecto a que la diversidad β , se incrementa con la disimilitud ambiental, presente en zonas con diferencias en el manejo y uso de suelo.

Estacionalidad de abejas en las localidades

Los resultados obtenidos para la actividad estacional considerando en conjunto la fauna de las tres localidades es concordante con lo reportado por Fierros (1994) para localidades de bosque tropical caducifolio y mixto, que señala que la menor riqueza se presenta en los meses de marzo a junio, lo que concuerda con la abundancia y riqueza registrada para las localidades de este estudio. La mayor riqueza y abundancia fue registrada para la temporada de lluvias, particularmente en el mes de septiembre, lo cual también coincide con lo registrado por Fierros (1994) y por Vergara y Ayala (2002), que muestra que en este periodo coincide con el pico de floración, siendo el mismo caso para las localidades estudiadas. En este contexto, Roubik (1989) señala que las especies tienen su mayor actividad en los periodos de mayor floración, por lo que la disponibilidad de los recursos florales (polen y néctar) es un factor determinante en la riqueza y abundancia de las abejas, ya que estos constituyen la fuente primaria de energía tanto para los inmaduros y adultos de abejas; como es señalado también por Roulston y Goodell (2010).

A nivel de familias, Andrenidae tiene especies que están activas en la temporada de lluvias (Figura 10) y corresponde al patrón reportado por Novelo (1998) en Tekom, Yucatán para esta familia; así como a lo registrado para la Sierra del Tigre por Estrada

(1992), que señala la presencia de esta familia en el periodo comprendido entre julio y agosto. Respecto a Colletidae, su patrón estacional corresponde con lo descrito por Novelo (1998) para Tekom, Yucatán. Sin embargo, las dos especies de Colletes reportadas en este trabajo están activas durante todo el año, como reportan Vergara y Ayala (2002) para Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

En cuanto a Megachilidae y Halictidae, ambas familias presentan periodos de actividad similares a lo descrito por Estrada (1992), en donde el periodo de lluvias corresponde a un recambio de la composición de especies de esta familia. Lo anterior difiere con lo obtenido por Novelo (1998), que encontró una mayor actividad para estas familias en la época de secas en la Península de Yucatán. Apidae tiene actividad en todas las estaciones, y los datos de este estudio difieren de lo reportado para Tekom, Yucatán (Novelo, 1998), donde la mayor actividad y riqueza se registran en la temporada de sequía, que es cuando en este trabajo se reporta una menor riqueza de especies activa y abundancia.

Relaciones florales

La enorme cantidad de recursos utilizados por las especies dentro de las regiones tropicales fue previamente reportada por Michener (1979), quien señala que abejas de las tribus Apini, Meliponini y Megachilini, así como muchas de las especies de Halictini comparten la característica de visitar flores de diferentes familias de plantas a lo largo de diferentes épocas del año. En este estudio, las abejas generalistas son características en los ensambles de las tres localidades (Figura 13). En contra parte, Packer *et al.* (2005) encontraron que las abejas oligolécticas, están presentes en poblaciones de tamaño reducido como lo encontrado para este trabajo. A este respecto, Michener (1979) considera que la riqueza de especies oligolécticas presentes en las regiones tropicales del hemisferio occidental, como la registrada en este estudio, es pobre en comparación con la presente en regiones xéricas del mismo hemisferio.

Lo anterior en conjunto nos ayuda a entender el comportamiento poliléctico existente en la mayoría de especies de las familias de abejas registradas, en comparación con las abejas especialistas. Así mismo es importante señalar que el recurso floral que esta emplea, se encuentra en peligro en las regiones donde los procesos de fragmentación y de cambio de uso de suelo son inherentes a la actividad humana y a la expansión de la frontera agrícola; como ocurre en las localidades con impacto humano consideradas en este estudio, en donde se alteran los procesos y funciones del ecosistema a los cuales las especies e abejas no pueden adaptarse rápidamente.

CONCLUSIONES

- La diversidad de abejas registrada para las tres localidades estudiadas dentro de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas corresponde a cinco familias, 57 géneros y 181 especies.
- La familia más abundante y con mayor riqueza en las tres localidades es Apidae, mientras que las familias con menor número de géneros, especies y ejemplares son Colletidae y Andrenidae.
- Los valores obtenidos para el coeficiente de similitud de Jaccard, el índice de Magurran y la complementariedad muestran que la apifauna presente en Paraje Poza Verde, la localidad con vegetación conservada es diferente a las que existen en las localidades con manejo (CR y ALM), mientras que las dos últimas presentaron mayor similitud.
- El cambio de uso de suelo tiene efectos diferentes en los grupos funcionales evaluados. Los ensambles de especies dentro de cada grupo funcional responden al cambio de uso de suelo, de acuerdo a sus características biológicas y ecológicas. Sin embargo la tendencia general es hacia mayor riqueza de especies cuando la vegetación está más conservada.
- De manera general y en todas las familias, la mayor riqueza de géneros y especies así como la mayor abundancia fue registrada en los meses de septiembre y noviembre, en concordancia con el pico de mayor floración, mientras que durante el periodo de enero y marzo, se registró el menor número de géneros, especies e individuos, esto es durante la sequía.
- Cuando se agrupan las abejas en categorías de acuerdo a patrones de actividad, el caso en el cual se registraron un mayor número de especies activas fue “Todo el año” y “Mediados de secas”, mientras que “Inicios de secas”, “Finales de secas” y Secas presentaron menos especies activas.
- Se registraron 119 especies pertenecientes a 85 géneros y 32 familias de plantas. La mayor riqueza y abundancia de abejas fue colectada en flores de *Gliricidia sepium*. Por otra parte, se identificaron los ensambles de abejas visitantes de los cultivos de *Cucurbita pepo*, *C. ficifolia*

LITERATURA CITADA

- Aguiar, C. y F. Zanella. 2005. Estructura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma área na margem do domínio da Caatinga (Itatim, BA). *Neotropical Entomology* 34(1): 15-24.
- Aizen, M. y P. Feinsinger. 1994. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honeybees in Argentine "chaco serrano." *Ecological Applications* 4: 378-392.
- Alves, I. y D. Wittmann. 1999. The Proboscis of the Long-Tongued *Ancyloscelis* Bees (Anthophoridae: Apoidea), with Remarks on Flower Visits and Pollen Collecting with the Mouthparts. *Journal of the Kansas Entomological Society* 72(3): 277-288.
- Araujo, V., Y. Antonini y A. Araujo. 2006. Diversity of bees and their floral resources at altitudinal areas in the southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomología* 35(1): 30-40.
- Ayala, R. 1988. Abejas silvestres de Chamela, Jalisco. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 395-493.
- Ayala, R. 2002. Apoidea. Pp. 193-219. En: *Artrópodos de Chamela*, A. García y R. Ayala (Eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Ayala R., T. Griswold y S. Bullock. 1993. The native bees of México. Pp. 179-227. En: *Biological diversity of México: Origin and Distribution*, T. Ramamoorthy, R. Bye; A. Lot, y J. Fa (Eds.). Oxford University Press, Estados Unidos.
- Ayala R., T. Griswold y D. Yanega. 1996. Apoidea (Hymenoptera). Pp. 423-464. En: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, J. Llorente, A. García-Alderete, y E. González (Eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Balboa C. 2007. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la reserva de la biosfera "El Triunfo" Chiapas: Perspectivas para su conservación y manejo. Tesis, Fac. de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chiapas. 40 p.
- Blondel J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter?. *Oikos* 100: 223-231.
- Breedlove, D. 1981. *Flora of Chiapas*. Part I. Introduction to the flora of Chiapas. The California Academy of Sciences Press, San Francisco, Estados Unidos. Pp 35.

- Brito, C. y M. Rêgo. 2001. Community of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in a secondary forest, Alcântara, MA, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 61(4): 631-638
- Bullock, S. 1999. Relationships among Body Size, Wing Size and Mass in Bees from a Tropical Dry Forest in México. *Journal of the Kansas Entomological Society* 72(4): 462-439.
- Cane, J., R. Minckley, L. Kervin, T. Roulston, y N. Williams. 2006. Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. *Ecological Applications* 16: 632–644.
- Cardoso C. 1979. El clima de Chiapas y Tabasco. Instituto de Geografía. UNAM. México D.F. Pp 99.
- Cardoso, P. 2009. Standardization and optimization of arthropod inventories – the case of Iberian spiders. *Biodiversity and Conservation* 18: 3949-3962.
- Carvalho, C. y L. Bego. 1997. Exploitation of available resources by bee fauna (Apoidea: Hymenoptera) in the Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, state of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 41: 101-107.
- Clough Y., A. Holzschuh, D. Gabriel, T. Purtauf, D. Kleijn, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter y T. Tschamntke. 2007. Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat fields. *Journal of Applied Ecology* 44: 804-812.
- Coldwell, R. 2007. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from Simples (Software y Guía de Usuario) version 8.2. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>; última consulta: 18.XI.2010.
- Colwell, R. y J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 345: 101-118.
- Delaplane, K. y D. Mayer. 2000. Crop pollination by bees. CABI Publishing, Nueva York, Estados Unidos. Pp 344.
- Estrada C. 1992. Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de La Sierra del Tigre, Jalisco. Tesis, Fac. de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 34 p.

- Fierros E. 1994. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del Volcán de Tequila, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 102:21-27.
- Godínez L. 1991. Algunos aspectos de la Fenología de las Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de San Gregorio, Guanajuato. Tesis, Fac. de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 54 p.
- Guzmán, M., R. Vandame, C. Balboa, J. Espónza y J. Mérida. 2009. Cría y manejo de *Melipona beecheii* y *Scaptotrigona mexicana* (Apidae: Meliponini). Manual Técnico. COCYTECH, Chiapas. Pp 41.
- Harrison, S., S. Ross, y J. Lawton. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology* 61: 151-158.
- Heithaus, R. 1979. Community structure of Neotropical flower visiting bees and wasps: Diversity and phenology. *Ecology* 60(1): 190-202.
- Henle, K., K. Davies, M. Kleyer, C. Margules y J. Settele. 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation* 13: 207-251.
- Hinojosa, I. 1996. Estudio Faunístico de las abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del Pedregal de San Ángel, D. F. Tesis, Fac. De Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 51 p.
- Hinojosa, I. 2003. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del declive sur de la Sierra del Chichinutzin, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana* 42(1): 1-20.
- Hoehn, P., T. Tschardt, J. Tylianakis e I. Steffan-Dewenter. 2008. Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of The Royal Society Bulletin* 275: 2283–2291.
- Hurd, P., E. Linsley y T. Whitaker. Squash and Gourd Bees (*Peponapis*, *Xenoglossa*) and the Origin of the Cultivated *Cucurbita*. *Evolution* 25(1): 218-234.
- Kevan, P. y H. Baker. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology* 28: 407-453.
- Klein, A., I. Steffan-Dewenter, D. Buchori, y T. Tschardt. 2002. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology* 16: 1003-1014.

- Klein, A., B. Vaissière, J. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. Cunningham, C. Kremen y T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society Bulletin* 274: 303-313.
- Kremen, C., N. Williams y R. Thorp. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 16812-16816.
- Kremen, C., N. Williams, R. Bugg, J. Fay y R. Thorp. 2004. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters* 7:1109-1119.
- Macip, R. y A. Muñoz. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 185- 195.
- Magurran, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, Pp 179.
- Meneses L., V. Meléndez, V. Parra-Tabla y J. Navarro. 2010. Bee diversity in a fragmented landscape of the Mexican neotropic. *Journal of Insect Conservation* 14(4): 323-334.
- Michener, C. 1954. Bees of Panamá. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 104: 1-176.
- Michener, C. 1974. Further Notes on Nests of *Ancyloscelis* (Hymenoptera: Anthophoridae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 47(1): 19-22.
- Michener, C. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66(3): 277-347.
- Michener C., R. McGinley y B. Danforth. 1994. *The bee genera of North and Central America*. Smithsonian Institute Press, Washington, Estados Unidos. Pp. 209.
- Michener C. 2007. *The Bees of the World*. The John Hopkins University Press. Baltimore, Estados Unidos. Pp 953.
- Milet-Pinheiro, P. y C. Schindwein. 2005. Do euglossine males (Apidae, Euglossini) leave tropical rain forest to collect fragrances in sugarcane monocultures?. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(4): 853-858.

- Moreno, C. y G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37: 149-158.
- Neves, E y B. Viana. 1999. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) das Matas Ciliares da Margem Esquerda do Médio Rio São Francisco, Bahia. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28(2): 201-210.
- Novelo, L. F. 1998. Evaluación preliminar de la biodiversidad y actividad estacional de una comunidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la localidad de Tekom, Yucatán, México. Tesis, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida Yucatán. 54 p.
- Packer, L., A. Zayed, J. Grixti, L. Ruz, R. Owen, F. Vivallo y H. Toro. 2005. Conservation Genetics of Potentially Endangered Mutualisms: Reduced Levels of Genetic Variation in Specialist versus Generalists Bees. *Conservation Biology* 19(1): 195-202.
- Pineda, F., L. Arredondo y G. Ibarra. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 129- 139.
- Quintero, C., C. Morales y M. Aizen. 2010. Effects of anthropogenic habitat disturbance on local pollinator diversity and species turnover across a precipitation gradient. *Biodiversity Conservation* 19: 257-274.
- Quiroz, D. y R. Palacios. 1999. Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Centris inermis* Friese (Hymenoptera: Apidae) en Chamela, Jalisco. *Polibotanica* 10: 59-72.
- Rodríguez, G. 2008. Patrones temporales de la diversidad y abundancia de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea) en la región semiárida del valle de Motagua. Tesis, Fac. de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 58 p.
- Romey, W., J. Ascher, D. Powell y M. Yanek. 2007. Impacts of Logging on Midsummer Diversity of Native Bees (Apoidea) in a Northern Hardwood Forest. *Journal of the Kansas Entomological Society* 80(4): 327-338.

- Roubik, D., R. Villanueva, E. Cabrera y W. Colli. 1991. Abejas Nativas de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Pp. 317-320. En: Diversidad Biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México, L. Navarro y J. Robinson (Eds.). CIQRO, Chetumal, Quintana Roo, México.
- Roulston, T. y K. Goodell. 2011. The Role of Resources and Risks in Regulating Wild Bee Populations. *Annual Review of Entomology* 56: 293–312
- Rozen, J. y R. Ayala. 1987. Nesting Biology of the Squash Bee *Peponapis utahensis* (Hymenoptera; Anthophoridae; Eucerini). *Journal of the New York Entomological Society* 95(1): 28-33.
- Santos, F., C. Carvalho y R. Silva. 2004. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. *Acta Amazonica* 34(2): 319-328.
- SEMARNAP. 1999. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. México D.F., México. 248 p.
- Sheffield, C., P. Kevan, S. Westby y R. Smith. 2008. Diversity of cavity-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) within apple orchards and wild habitats in the Annapolis Valley, Nova Scotia, Canada. *Canadian Entomologist* 140: 235-249.
- Sofia, S. y K. Suzuki. 2004. Comunidades de machos de abelhas euglossini (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no Sul do Brasil. *Neotropical Entomology* 33(6): 693-702.
- Steffan-Dewenter, I. y T. Tscharntke. 2001. Succession of bee communities on fallows. *Ecography* 24: 83-93.
- Steffan-Dewenter, I., U. Münzenberg, C. Bürger, C. Thies y T. Tscharntke. 2002. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology* 83: 1421-1432.
- Steffan-Dewenter I., A. Klein, V. Gaebele, T. Alfert y T. Tscharntke. 2006. Bee Diversity and Plant-Pollinator Interactions in Fragmented Landscapes. Pp. 387-407. En: *Plant-Pollinator Interactions from Specialization to Generalization*, N. Waser y J. Ollerton (Eds.). The University Of Chicago Press, Estados Unidos.

- Summerville, K., M. Boulware, J. Veech y T. Crist. 2003. Spatial variation in species diversity and composition of forest Lepidoptera in eastern deciduous forests of North America. *Conservation Biology* 17: 1045-1057.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11:2063-2068
- Thomazini, M. y A. Thomazini. 2002. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC.). *Neotropical Entomology* 31(1): 27-34.
- Thompson, G., S. Thompson, P. Withers y J. Fraser. 2007. Determining adequate trapping effort and species richness using species accumulation curves for environmental impact assessments. *Austral Ecology* 32: 570-580.
- Tylianakis, J., A. Klein y T. Tscharntke. 2005. Spatiotemporal variation in the diversity of hymenoptera across a tropical habitat gradient. *Ecology* 86: 3296-3302.
- Tylianakis J., A. Klein. T. Lozada y T. Tscharntke. 2006. Spatial scale of observation affects α , β and λ diversity of cavity-nesting bees and wasps across a tropical land-use gradient. *Journal of Biogeography* 33: 1295-1304.
- Vergara, C. y R. Ayala. 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.
- Wcislo W. y J. Cane. 1996. Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. *Annual Review of Entomology* 41: 257-286.
- Wilson, J., O. Messinger y T. Griswold. 2009. Variation between bee communities on a sand dune complex in the Great Basin Desert, North America: Implications for sand dune conservation. *Journal of Arid Environments* 73: 666-671.
- Winfree R., T. Griswold y C. Kremen. 2007. Effect of Human Disturbance on Bee Communities in a Forested Ecosystem. *Conservation Biology* 21(1): 213-223.
- Zar, J. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. Nueva Jersey, Estados Unidos. Pp 988.

ANEXO 1. Lista taxonómica de las abejas de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas.

Familia / Subfamilia / Género/ Especie	Abundancia por sitio			Estacionalidad
	CR	ALM	PPV	
Colletidae				
Colletinae				
1. Colletes				
C. sp1	16	6	1	Todo el año
C. sp2	15	3	3	Lluvias
Diphaglossinae				
2. Ptiloglossa				
<i>P. eximia</i> (Smith, 1861)	—	1	—	Mediados de secas
<i>P. mexicana</i> (Cresson, 1878)*	—	—	1	Mediados de lluvias
Hylaeinae				
3. Hylaeus				
<i>H. sp1</i>	2	3	—	Secas
<i>H. sp2</i>	9	—	—	Secas
<i>H. sp3</i>	—	2	—	Mediados de secas
<i>H. sp4</i>	2	1	5	Inicio de lluvias
<i>H. sp5</i>	1	3	1	Lluvias
<i>H. sp6</i>	—	1	—	Mediados de lluvias
Andrenidae				
Andreninae				
4. Andrena				
<i>A. (Callandrena) sp1</i>	2	19	—	Lluvias
Panurginae				
5. Pseudopanurgus				
<i>P. sp1</i>	6	59	21	Lluvias
<i>P. sp2</i>	—	9	—	Inicio de secas
6. Calliopsis				
<i>C. sp1</i>	2	—	—	Final de lluvias
<i>C. sp2</i>	—	3	—	Mediados de lluvias
Halictidae				
Halictinae				
7. Agapostemon				
<i>A. nasutus</i> Smith, 1853	137	57	1	Todo el año
8. Halictus				
<i>H. hesperus</i> Smith, 1862	185	19	1	Todo el año
<i>H. lutescens</i> Friese, 1921	25	311	1	Todo el año
<i>H. ligatus</i> Say, 1837	32	59	2	Todo el año

9. Lasioglossum				
<i>L. (Dialictus) sp1</i>	12	12	1	Todo el año
<i>L. (D.) sp2</i>	27	25	6	Todo el año
<i>L. (D.) sp3</i>	6	3	—	Todo el año
<i>L. (D.) sp4</i>	5	2	1	Lluvias
<i>L. (D.) sp5</i>	4	1	3	Lluvias
<i>L. (D.) sp6</i>	—	1	—	Mediados de llluvias
<i>L. (D.) sp7</i>	1	—	—	Mediados de llluvias
<i>L. (Evylaeus) sp1</i>	1	10	2	Secas
<i>L. (E.) sp2</i>	—	1	—	Inicio de llluvias
10. Sphecodes				
<i>S. sp1</i>	1	—	—	Mediados de llluvias
11. Augochloropsis				
<i>A. (Augochloropsis) ignita</i> (Smith, 1861)*	34	21	—	Todo el año
<i>A. (Paraugochloropsis) metallica</i> (Fabricius, 1793)*	15	75	11	Todo el año
12. Pseudaugochlora				
<i>P. gramínea</i> (Fabricius, 1804)*	—	14	—	Secas
13. Augochlora				
<i>A. (Augochlora) albiceps</i> Friese, 1925*	16	22	24	Lluvias
<i>A. (A.) nigrocyanea</i> Cockerell, 1897	1	4	—	Secas
<i>A. (A.) quiriguensis</i> Cockerell, 1913*	41	56	6	Todo el año
<i>A. (A.) smaragdina</i> Friese, 1917*	16	18	4	Todo el año
<i>A. (A.) sp1</i>	5	2	—	Todo el año
<i>A. (Oxystoglossella) aurífera</i> Cockerell, 1897*	12	10	5	Lluvias
<i>A. (O.) cordiaefloris</i> Cockerell, 1907*	8	1	2	Todo el año
14. Augochlorella				
<i>A. neglectula</i> (Cockerell, 1897)	—	5	—	Lluvias
<i>A. pomoniella</i> (Cockerell, 1915)	2	1	1	Mediados de llluvias
<i>A. sp1</i>	2	4	1	Mediados de llluvias
15. Caenaugochlora				
<i>C. (Caenaugochlora) cupriventris</i> (Vachal, 1904)*	3	2	4	Mediados de llluvias
<i>C. (C.) sp1</i>	26	50	4	Lluvias
<i>C. (C.) sp2</i>	3	1	—	Lluvias
<i>C. (C.) sp3</i>	5	—	1	Lluvias
Megachilidae				
Megachilinae				
16. Ashmeadiella				
<i>A. sp1†</i>	—	1	—	Final de llluvias
17. Heriades				
<i>H. sp1</i>	5	12	17	Todo el año
<i>H. sp2</i>	—	—	2	Mediados de secas

18. Paranthidium

<i>P. (Paranthidium) sp1</i>	1	6	1	Mediados de lluvias
------------------------------	---	---	---	---------------------

19. Trachusa

<i>T. sp1</i>	—	3	—	Lluvias
---------------	---	---	---	---------

20. Anthidiellum

<i>A. apicale</i> (Cresson, 1878)	8	9	6	Todo el año
-----------------------------------	---	---	---	-------------

<i>A. sp1</i>	8	11	12	Todo el año
---------------	---	----	----	-------------

21. Hypanthidium

<i>H. mexicanum</i> (Cresson, 1878)*	4	2	4	Todo el año
--------------------------------------	---	---	---	-------------

22. Coelioxys

<i>C. (Acrocoelioxys) azteca</i> Cresson, 1878	14	16	—	Todo el año
--	----	----	---	-------------

<i>C. (A.) otomita</i> Cresson, 1878*	6	7	1	Todo el año
---------------------------------------	---	---	---	-------------

<i>C. sp2</i>	1	—	—	Mediados de lluvias
---------------	---	---	---	---------------------

<i>C. sp3</i>	—	1	—	Mediados de secas
---------------	---	---	---	-------------------

23. Megachile

<i>Megachile (Argyropile) flavihirsuta</i> *	3	—	1	Mediados de lluvias
--	---	---	---	---------------------

<i>M. (Chelostomoides) axyx</i> (Snelling, 1990)**	8	79	—	Todo el año
--	---	----	---	-------------

<i>M. (C.) otomita</i> Cresson, 1878	52	26	4	Todo el año
--------------------------------------	----	----	---	-------------

<i>M. (Neomegachile) chichimeca</i> Cresson, 1878*	100	74	6	Todo el año
--	-----	----	---	-------------

<i>M. (Pseudocentron) azteca</i> Cresson, 1878	27	9	2	Todo el año
--	----	---	---	-------------

<i>M. (Pseudocentron) inscita</i> Mitchell, 1930**	11	16	4	Todo el año
--	----	----	---	-------------

<i>M. sp3</i>	23	15	1	Todo el año
---------------	----	----	---	-------------

<i>M. sp4</i>	31	25	—	Todo el año
---------------	----	----	---	-------------

<i>M. sp5</i>	26	38	7	Todo el año
---------------	----	----	---	-------------

<i>M. sp6</i>	5	1	—	Lluvias
---------------	---	---	---	---------

<i>M. sp7</i>	1	1	—	Inicio de lluvias
---------------	---	---	---	-------------------

<i>M. sp8</i>	—	1	—	Mediados de secas
---------------	---	---	---	-------------------

<i>M. sp9</i>	—	3	—	Secas
---------------	---	---	---	-------

<i>M. sp12</i>	3	58	—	Todo el año
----------------	---	----	---	-------------

<i>M. sp13</i>	30	23	—	Todo el año
----------------	----	----	---	-------------

<i>M. sp15</i>	12	10	5	Mediados de lluvias
----------------	----	----	---	---------------------

<i>M. sp16</i>	—	5	1	Mediados de lluvias
----------------	---	---	---	---------------------

<i>M. sp17</i>	2	—	—	Mediados de lluvias
----------------	---	---	---	---------------------

<i>M. sp18</i>	—	1	—	Mediados de lluvias
----------------	---	---	---	---------------------

<i>M. sp19</i>	—	2	—	Final de lluvias
----------------	---	---	---	------------------

Apidae**Xylocopinae****24. Xylocopa**

<i>X. (Megaxylocopa) fimbriata</i> Fabricius, 1804	38	22	5	Todo el año
--	----	----	---	-------------

<i>X. (M.) nautlana</i> Cockerell, 1904*	1	1	1	Secas
--	---	---	---	-------

<i>X. (Neoxylocopa) mexicanorum</i> Cockerell, 1912	32	26	17	Todo el año
---	----	----	----	-------------

<i>X. (Notoxylocopa) guatemalensis</i> Cockerell, 1912	4	1	13	Todo el año
--	---	---	----	-------------

<i>X. (N.) tabaniformis</i> Smith, 1854	9	5	6	Todo el año
---	---	---	---	-------------

<i>X. (Schoenherria) lateralis</i> Say, 1837	2	—	—	Secas
<i>X. (S.) muscaria</i> (Fabricius, 1775)*	19	1	2	Secas
<i>X. (S.) viridis</i> Smith, 1854	10	2	2	Todo el año
25. Ceratina				
<i>C. capitosa</i> Smith, 1879*	14	56	14	Todo el año
<i>C. sp1</i>	39	7	—	Todo el año
<i>C. sp2</i>	77	4	1	Todo el año
<i>C. sp3</i>	57	22	4	Todo el año
<i>C. sp4</i>	36	7	1	Todo el año
<i>C. sp5</i>	1	—	1	Inicio de lluvias
Nomadinae				
26. Nomada				
<i>N. sp1</i>	—	1	—	Inicio de lluvias
<i>N. sp2</i>	1	—	—	Inicio de lluvias
27. Epeolus				
<i>E. sp1†</i>	1	—	—	Inicio de lluvias
28. Triepeolus				
<i>T. mexicanus</i> (Cresson, 1878)	1	—	—	Finales de secas
<i>T. sp1</i>	—	7	—	Finales de lluvia
<i>T. sp2</i>	—	3	—	Inicio de lluvias
Apinae				
29. Exomalopsis				
<i>E. sp1</i>	7	5	1	Todo el año
<i>E. sp2</i>	19	2	—	Todo el año
<i>E. sp3</i>	75	50	2	Todo el año
<i>E. sp4</i>	4	3	—	Finales de lluvia
<i>E. sp5</i>	1	—	—	Inicio de secas
<i>E. sp6</i>	—	2	—	Inicio de secas
<i>E. sp7</i>	6	1	—	Secas
<i>E. sp9</i>	37	76	4	Todo el año
<i>E. sp10</i>	2	9	—	Todo el año
<i>E. sp11</i>	1	—	—	Finales de lluvia
30. Paratetrapedia				
<i>P. (Lophopedia) albipes</i> (Friese, 1917)	22	8		Todo el año
<i>P. (Paratetrapedia) calcarata</i> (Cresson, 1878)*	31	16	9	Todo el año
<i>P. sp1</i>	3	1		Secas
<i>P. sp2</i>	3	5	6	Secas
<i>P. sp3</i>	13	11	1	Todo el año
31. Tetrapedia				
<i>T. sp1</i>	8	5	3	Lluvias
32. Coelioxoides				
<i>C. punctipennis</i> Cresson, 1878	1	—	—	Finales de secas

33. <i>Ancyloscelis</i>					
<i>A. sp1</i>	47	171	—		Todo el año
<i>A. sp2</i>	—	1	—		Inicio de lluvias
34. <i>Melitoma</i>					
<i>M. marginella</i> (Cresson, 1872)	41	86	3		Todo el año
35. <i>Melissodes</i>					
<i>M. tepaneca</i> Cresson, 1878	5	12	—		Todo el año
<i>M. sp2</i>	6	20	—		Secas
<i>M. sp3</i>	3	—	—		Mediados de lluvias
36. <i>Gaesischia</i>					
<i>G. exul</i> Michener, LaBerge & Moure, 1955	29	41	—		Secas
37. <i>Peponapis</i>					
<i>P. azteca</i> Hurd & Linsley, 1966	—	11	3		Lluvias
<i>P. smithi</i> Hurd & Linsley, 1966*	27	45	—		Lluvias
<i>P. utahensis</i> (Cockerell, 1905)	23	94	—		Lluvias
<i>P. sp. n.</i>	5	17	—		Lluvias
38. <i>Tetraloneilla</i>					
<i>T. cacuminis</i> LaBerge, 2001*	1	5	1		Lluvias
39. <i>Thygater</i>					
<i>T. montezuma</i> (Cresson, 1878)	1	—	—		Inicio de secas
40. <i>Xenoglossa</i>					
<i>X. gabii</i> (Cresson, 1878)	13	3	1		Mediados de lluvias
41. <i>Anthophora</i>					
<i>A. sp1</i>	—	2	—		Inicio de lluvias
42. <i>Centris</i>					
<i>C. (Centris) aethyctera</i> Snelling, 1974*	7	14	—		Secas
<i>C. (C.) eisenii</i> Fox, 1893*	1	2	—		Mediados de secas
<i>C. (C.) inermis</i> Friese, 1899	39	84	5		Todo el año
<i>C. (Hemisiella) nítida</i> Smith, 1874	21	10	4		Todo el año
<i>C. (H.) trigonoides</i> Lepeletier, 1841	18	118	4		Todo el año
<i>C. (H.) vittata</i> Lepeletier, 1841*	—	3	4		Lluvias
<i>C. (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	32	97	3		Todo el año
<i>C. (H.) sp1</i>	—	40	—		Secas
<i>C. (H.) sp2</i>	1	1	1		Mediados de secas
<i>C. (H.) sp3</i>	—	1	—		Inicio de secas
<i>C. (H.) sp4</i>	—	1	—		Mediados de secas
<i>C. (Paracentris) caesalpiniae</i> Cockerell, 1897*	6	—	—		Secas
<i>C. (P.) sp1</i>	—	1	—		Inicio de secas
<i>C. (Trachina) eurypatana</i> Snelling, 1984*	30	17	—		Todo el año
43. <i>Epicharis</i>					
<i>E. (Epicharana) elegans</i> Smith, 1861	—	5	1		Finales de secas
<i>E. (Hoplepicharis) lunulata</i> Mocsáry, 1899	1	9	1		Secas
<i>E. (Epicharoides) maculata</i> Smith, 1874*	7	6	1		Todo el año

44. Mesoplia				
<i>M. rufipes</i> (Perty, 1833)*	6	14	—	Secas
45. Mesocheira				
<i>M. bicolor</i> (Fabricius, 1804)	8	7	1	Todo el año
46. Eulaema				
<i>E. (Apeulaema) cingulata</i> (Fabricius, 1804)	1	1	1	Secas
<i>E. (A.) polychroma</i> (Mocsáry, 1899)	3	4	5	Todo el año
<i>E. (Eulaema) meriana</i> (Olivier, 1789)	1	—	2	Secas
47. Eufriesia				
<i>E. caerulescens</i> Lepeletier, 1841	—	—	2	Finales de secas
<i>E. mexicana</i> (Mocsáry, 1897)	9	—	4	Secas
48. Euglossa				
<i>E. (E.) atroveneta</i> Dressler, 1978*	16	7	26	Todo el año
<i>E. (E.) crinota</i> Dressler, 1978*	6	1	—	Lluvias
<i>E. (E.) mixta</i> Friese, 1899	8	—	4	Lluvias
<i>E. (E.) townsendi</i> Cockerell, 1904	7	13	15	Todo el año
<i>E. (E.) tridentata</i> Moure, 1970	—	—	1	Todo el año
<i>E. (E.) variabilis</i> Friese, 1899*	11	1	4	Todo el año
<i>E. (E.) viridissima</i> Friese, 1899	83	59	132	Todo el año
<i>E. (E.)</i> sp1	6	26	4	Mediados de lluvias
49. Exaerete				
<i>E. azteca</i> Moure, 1964*	—	—	1	Finales de secas
<i>E. frontalis</i> (Guérin-Meneville, 1845)*	2	—	—	Lluvias
<i>E. smaragdina</i> (Guérin-Meneville, 1845)	—	2	1	Mediados de lluvias
50. Cephalotrigona				
<i>C. oaxacana</i> Ayala, 1999*	1	—	—	Todo el año
51. Melipona				
<i>M. beecheii</i> Bennett, 1835	3	1	1	Todo el año
<i>M. yucatanica</i> Camargo, Moure y Roubik, 1988*	—	—	3	Todo el año
52. Nannotrigona				
<i>N. perilampoides</i> (Cresson, 1878)	6	82	26	Todo el año
53. Partamona				
<i>P. bilineata</i> (Say, 1837)	26	10	6	Todo el año
54. Plebeia				
<i>P. (Plebeia) frontalis</i> (Friese, 1911)	—	18	30	Todo el año
<i>P. (P.) moureana</i> Ayala, 1999	11	2	3	Todo el año
<i>P. (P.) parkeri</i> Ayala, 1999	—	3	1	Todo el año
55. Scaptotrigona				
<i>S. mexicana</i> (Guérin-Meneville, 1845)	240	224	182	Todo el año
<i>S. pectoralis</i> (Dalla Torre, 1896)	63	—	—	Todo el año
56. Trigona				
<i>T. (Frieseomelitta) nigra</i> Cresson, 1878	21	129	52	Todo el año
<i>T. (Tetragonisca) angustula</i> (Lepeletier, 1825)	1	—	—	Todo el año

<i>T. (Trigona) fulviventris</i> Guérin, 1835	193	2	—	Todo el año
<i>T. (T.) fuscipennis</i> Friese, 1900	157	9	2	Todo el año
57. <i>Trigonisca</i>				
<i>T. pipioli</i> Ayala, 1999	1	6	12	Todo el año
<i>T. schulthessi</i> (Friese, 1900)	11	14	21	Todo el año
Total	2901	3263	854	

***Nuevo registro para Chiapas; **Nuevo registro para México, † primer registro del género en Chiapas.**

Anexo 2. Lista de plantas colectadas y sus visitantes florales.

Familia/ Género/ Especie	Visitantes florales
Amaranthaceae	
1. <i>Alternanthera</i>	
<i>Alternanthera</i> sp1	<i>Agapostemon nasutus</i> , <i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp2, <i>Megachile (Neomegachile) chichimeca</i> , <i>Megachile</i> sp4, <i>Ceratina</i> sp1, <i>Ceratina</i> sp4, <i>Scaptotrigona mexicana</i>
2. <i>Amaranthaceae</i>	
<i>Amaranthaceae</i> sp1	<i>Heriades</i> sp1, <i>Hypanthidium mexicanum</i> , <i>Nannotrigona perilampoides</i> , <i>Scaptotrigona mexicana</i> , <i>Trigona nigra</i> , <i>Trigonisca schulthesi</i>
Apocynaceae	
3. <i>Stemmadenia</i>	
<i>Stemmadenia donell-smithii</i> (Rose ex Donn. Sm.) Woodson	<i>Eulaema polychroma</i>
4. <i>Tabernaemontana</i>	
<i>Tabernaemontana</i> sp1	<i>Halictus lutescens</i> , <i>Megachile</i> sp4, <i>Ceratina capitosa</i> , <i>Ancyloscelis</i> sp1, <i>Melitoma marginella</i> , <i>Peponapis azteca</i> , <i>Peponapis smithi</i> , <i>Peponapis utahensis</i> , <i>Centris (Centris) aethyctera</i> , <i>Centris (Centris) inermis</i> , <i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> , <i>Centris (Heterocentris) analis</i> , <i>Centris (Trachina) eurypatana</i> , <i>Epicharis elegans</i> , <i>Epicharis lunulata</i> , <i>Mesoplia rufipes</i> , <i>Mesocheira bicolor</i> , <i>Eulaema polychroma</i> , <i>Euglossa atroveneta</i> , <i>Euglossa crininota</i> , <i>Euglossa</i> sp1, <i>Euglossa townsendi</i> , <i>Euglossa viridissima</i> , <i>Trigona nigra</i>
Asclepidaceae	
5. <i>Asclepias</i>	
<i>Asclepias curassavica</i> L.	<i>Pseudopanurgus</i> sp1, <i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp2, <i>Augochlora aurifera</i> , <i>Augochlora smaragdina</i> , <i>Euglossa atroveneta</i> , <i>Euglossa mixta</i>
Asteraceae	
6. <i>Asteraceae</i>	
<i>Asteraceae</i> sp1	<i>Augochlora</i> sp1, <i>Paratetrapedia</i> sp3, <i>Trigona fulviventris</i>
<i>Asteraceae</i> sp2	<i>Colletes</i> sp1, <i>Colletes</i> sp2, <i>Hylaeus</i> sp1, <i>Andrena (Callandrena)</i> sp1, <i>Pseudopanurgus</i> sp1, <i>Pseudopanurgus</i> sp2, <i>Halictus hesperus</i> , <i>Halictus ligatus</i> , <i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp1, <i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp2, <i>Augochloropsis metallica</i> , <i>Augochlora albiceps</i> , <i>Augochlora aurifera</i> , <i>Augochlora quiriguensis</i> , <i>Augochlora smaragdina</i> , <i>Augochlorella pomoniella</i> , <i>Augochlorella</i> sp1, <i>Caenaugochlora cupriventris</i> , <i>Caenaugochlora</i> sp1, <i>Paranthidium</i> sp1, <i>Anthidiellum</i> sp1, <i>Anthidiellum apicale</i> , <i>Coelioxys azteca</i> , <i>Coelioxys otomita</i> , <i>Megachile (Chelostomoides) otomita</i> , <i>Megachile (Neomegachile) chichimeca</i> , <i>Megachile (Phaenosarus) azteca</i> , <i>Megachile (Pseudocentron) inscita</i> , <i>Megachile</i> sp3, <i>Megachile</i> sp5, <i>Megachile</i> sp12, <i>Megachile</i> sp15, <i>Ceratina capitosa</i> , <i>Ceratina</i> sp1, <i>Ceratina</i> sp2, <i>Ceratina</i> sp3, <i>Exomalopsis</i> sp3, <i>Exomalopsis</i> sp10, <i>Paratetrapedia albipes</i> , <i>Paratetrapedia</i> sp1, <i>Nannotrigona perilampoides</i> , <i>Scaptotrigona mexicana</i> , <i>Trigona nigra</i> , <i>Trigonisca pipioli</i> , <i>Trigonisca schulthesi</i>

Asteraceae sp3	Colletes sp1, Hylaeus sp5, Pseudopanurgus sp1, Agapostemon nasutus, Halictus hesperus, Halictus lutescens, Halictus ligatus, Augochloropsis metallica, Augochlora albiceps, Augochlora aurifera, Augochlora quiriguensis, Anthidiellum sp1, Coelioxys azteca, Megachile (Chelostomoides) otomita, Megachile (Neomegachile) chichimeca, Megachile (Phaenosarus) azteca, Megachile (Pseudocentron) inscita, Megachile sp3, Megachile sp4, Megachile sp5, Megachile sp7, Exomalopsis sp2, Exomalopsis sp3, Tetrapedia sp1, Peponapis smithi, Peponapis utahensis, Anthophora sp1, Nannotrigona perilampoides, Scaptotrigona mexicana, Trigona fulviventris, Trigona nigra
Asteraceae sp4	Colletes sp2, Hylaeus sp5, Pseudopanurgus sp1, Lasioglossum (Dialictus) sp2, Augochloropsis metallica, Augochlora albiceps, Augochlora aurifera, Augochlora quiriguensis, Augochlorella pomoniella, Augochlorella sp1, Caenaugochlora sp1, Paranthidium sp1, Coelioxys otomita, Megachile (Argyropile) flavihirsuta, Megachile (Chelostomoides) otomita, Megachile (Phaenosarus) azteca, Megachile sp3, Megachile sp4, Megachile sp5, Megachile sp13, Megachile sp15, Ceratina sp2, Exomalopsis sp1, Exomalopsis sp3, Paratetrapedia sp2, Paratetrapedia sp3, Melissodes sp2, Peponapis sp1, Nannotrigona perilampoides, Partamona bilineata, Trigona fulviventris, Trigona fuscipennis, Trigona nigra
Asteraceae sp5	Ceratina capitosa
7. Calea	
Calea ternifolia Kunth	Halictus lutescens, Lasioglossum (Dialictus) sp2, Anthidiellum sp1, Coelioxys azteca, Megachile (Neomegachile) chichimeca, Ceratina sp4, Exomalopsis sp4, Exomalopsis sp9, Scaptotrigona mexicana
8. Cosmos	
Cosmos caudatus Kunth	Ceratina capitosa
9. Eupatorium	
Eupatorium sp1	Hylaeus sp1, Agapostemon nasutus, Halictus hesperus, Halictus lutescens, Augochlora quiriguensis, Heriades sp1, Anthidiellum apicale, Coelioxys azteca, Megachile (Chelostomoides) otomita, Megachile (Neomegachile) chichimeca, Megachile sp3, Megachile sp13, Ceratina sp1, Ceratina sp2, Ceratina sp3, Exomalopsis sp1, Exomalopsis sp3, Exomalopsis sp7, Paratetrapedia albipes, Paratetrapedia sp1, Paratetrapedia sp2, Paratetrapedia sp3, Cephalotrigona oaxacana, Scaptotrigona mexicana, Trigona fuscipennis, Trigona nigra, Trigonisca pipioli
10. Gnaphalium	
Gnaphalium salicifolium (Bert.) Sch. Bip.	Scaptotrigona mexicana
11. Senecio	
Senecio sp1	Augochlora albiceps, Augochlora aurifera, Augochlora cordiaefloris, Augochlorella pomoniella, Augochlorella sp1, Caenaugochlora sp1, Paranthidium sp1, Megachile (Chelostomoides) otomita, Megachile sp5, Megachile sp15, Paratetrapedia sp3, Nannotrigona perilampoides, Plebeia frontalis, Plebeia moureana
12. Tithonia	
Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray	Hylaeus sp4, Lasioglossum (Dialictus) sp2, Lasioglossum (Dialictus) sp5, Augochlora albiceps, Augochlora quiriguensis, Augochlora smaragdina, Megachile sp3, Megachile sp12, Megachile sp13, Megachile sp15, Exomalopsis sp1, Nannotrigona perilampoides, Plebeia frontalis, Plebeia moureana, Trigona fuscipennis
13. Tridax	
Tridax procumbens L.	Lasioglossum (Evylaeus) sp1, Augochlorella neglectula, Ceratina sp3, Triepeolus mexicanus
Bignoniaceae	
14. Amphilophium	
Amphilophium paniculatum (L.) Kunth	Augochlora quiriguensis, Megachile (Chelostomoides) otomita, Xylocopa tabaniformis, Trigona fulviventris, Trigona fuscipennis

15. Arrabidaea

Arrabidaea sp1

Lasioglossum (Dialictus) sp5, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa tabaniformis*, *Ceratina capitosa*, *Centris (Hemisiella) trigonoides*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Centris (Trachina) eurypatana*, *Epicharis elegans*, *Epicharis maculata*, *Eulaema polychroma*, *Euglossa* sp1, *Euglossa variabilis*

16. Astianthus

Astianthus viminalis Baill.

Halictus lutescens, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp1, *Ancyloscelis* sp1, *Melitoma marginella*, *Centris (Hemisiella) trigonoides*

17. Macfadyena

Macfadyena unguis-cati (L.) A.H. Gentry

Halictus lutescens, *Augochloropsis ignita*, *Paratetrapedia calcarata*, *Melitoma marginella*, *Peponapis smithi*, *Centris (Hemisiella) trigonoides*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Euglossa* sp1, *Trigona nigra*

18. Tabebuia

Tabebuia rosea (Bertol.) DC.

Lasioglossum (Dialictus) sp2, *Centris (Centris) aethyctera*, *Centris (Centris) eisenii*, *Centris (Centris) inermis*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Centris (Trachina) eurypatana*, *Epicharis maculata*, *Plebeia moureana*

19. Tecoma

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

Halictus lutescens, *Lasioglossum (Dialictus)* sp1, *Augochlora albiceps*, *Augochlora nigrocyanea*, *Augochlora quiriguensis*, *Augochlora smaragdina*, *Xylocopa fimbriata*, *Xylocopa mexicanorum*, *Ceratina capitosa*, *Exomalopsis* sp9, *Paratetrapedia albipes*, *Ancyloscelis* sp1, *Melitoma marginella*, *Peponapis smithi*, *Thygater montezuma*, *Centris (Centris) aethyctera*, *Centris (Centris) inermis*, *Centris (Hemisiella) trigonoides*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Centris (Trachina) eurypatana*, *Euglossa* sp1, *Nannotrigona perillampoides*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*, *Trigona nigra*, *Trigonisca schulthesi*

Bixaceae

20. Bixa

Bixa orellana L.

Augochloropsis metallica, *Xylocopa fimbriata*, *Euglossa* sp1, *Melipona beecheii*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*

Burseraceae

21. Bursera

Bursera sp1

Xylocopa mexicanorum, *Euglossa* sp1

Capparaceae

22. Capparis

Capparis sp1

Plebeia moureana, *Trigona fulviventris*

23. Cleome

Cleome viscosa L.

Hylaeus sp5, *Halictus ligatus*, *Augochlora smaragdina*, *Tetrapedia* sp1, *Peponapis utahensis*, *Trigona fulviventris*, *Trigona nigra*

Combretaceae

24. Combretum

Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz.

Lasioglossum (Dialictus) sp1, *Augochloropsis metallica*, *Xylocopa mexicanorum*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Plebeia frontalis*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fuscipennis*, *Trigonisca pipioli*, *Trigonisca schulthesi*

25. Terminalia

Terminalia catappa L.

Scaptotrigona pectoralis, *Trigona fulviventris*

Commelinaceae

26. Commelina

Commelina sp1

Scaptotrigona mexicana, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*

27. Tinantia	
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schltld.	<i>Caenaugochlora</i> sp2, <i>Trigona fulviventris</i> , <i>Trigonisca schulthesi</i>
28. Tripogandra	
<i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handlos	<i>Xylocopa mexicanorum</i> , <i>Centris (Heterocentris) analis</i> , <i>Centris (Trachina) eurypatana</i>
Convolvulaceae	
29. Convolvulaceae	
Convolvulaceae sp1	<i>Augochlora albiceps</i> , <i>Augochlora smaragdina</i> , <i>Augochlora</i> sp1, <i>Caenaugochlora</i> sp1, <i>Paranthidium</i> sp1, <i>Coelioxys azteca</i> , <i>Coelioxys otomita</i> , <i>Megachile (Chelostomoides) otomita</i> , <i>Megachile (Neomegachile) chichimeca</i> , <i>Megachile (Phaenosarus) azteca</i> , <i>Megachile</i> sp5, <i>Megachile</i> sp13, <i>Megachile</i> sp17, <i>Exomalopsis</i> sp3, <i>Exomalopsis</i> sp10, <i>Nannotrigona perilampoides</i> , <i>Partamona bilineata</i> , <i>Plebeia frontalis</i> , <i>Scaptotrigona mexicana</i> , <i>Trigona fulviventris</i> , <i>Trigona nigra</i>
Convolvulaceae sp2	<i>Augochlora smaragdina</i> , <i>Heriades</i> sp1, <i>Ceratina capitosa</i> , <i>Melipona beecheii</i> , <i>Melipona yucatanica</i>
30. Ipomoea	
<i>Ipomoea fistulosa</i> (Mart. ex Choisy) D. Austin	<i>Hylaeus</i> sp2, <i>Hylaeus</i> sp4, <i>Pseudopanurgus</i> sp1, <i>Halictus hesperus</i> , <i>Halictus ligatus</i> , <i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp2, <i>Augochloropsis ignita</i> , <i>Augochlora albiceps</i> , <i>Augochlora nigrocyanea</i> , <i>Augochlora quiriguensis</i> , <i>Augochlora smaragdina</i> , <i>Ceratina capitosa</i> , <i>Ceratina</i> sp3, <i>Exomalopsis</i> sp9, <i>Ancyloscelis</i> sp1, <i>Ancyloscelis</i> sp2, <i>Melitoma marginella</i> , <i>Peponapis azteca</i> , <i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> , <i>Centris (Heterocentris) analis</i> , <i>Centris (Trachina) eurypatana</i> , <i>Euglossa</i> sp1, <i>Euglossa viridissima</i> , <i>Scaptotrigona mexicana</i> , <i>Trigona fulviventris</i>
<i>Ipomoea triloba</i> L.	<i>Andrena (Callandrena)</i> sp1, <i>Pseudopanurgus</i> sp1, <i>Calliopsis</i> sp1, <i>Halictus hesperus</i> , <i>Halictus lutescens</i> , <i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp4, <i>Augochloropsis metallica</i> , <i>Augochlora albiceps</i> , <i>Augochlora quiriguensis</i> , <i>Augochlora smaragdina</i> , <i>Caenaugochlora</i> sp1, <i>Megachile (Argyropile) flavihirsuta</i> , <i>Megachile</i> sp15, <i>Ceratina capitosa</i> , <i>Exomalopsis</i> sp9, <i>Ancyloscelis</i> sp1, <i>Melitoma marginella</i> , <i>Peponapis</i> sp1, <i>Nannotrigona perilampoides</i> , <i>Partamona bilineata</i> , <i>Scaptotrigona mexicana</i> , <i>Trigona fulviventris</i> , <i>Trigona fuscipennis</i>
<i>Ipomoea</i> sp1	<i>Augochlora quiriguensis</i> , <i>Augochlora smaragdina</i> , <i>Augochlora</i> sp1, <i>Caenaugochlora</i> sp1, <i>Ceratina capitosa</i> , <i>Ancyloscelis</i> sp1, <i>Melitoma marginella</i> , <i>Euglossa</i> sp1, <i>Euglossa viridissima</i> , <i>Trigona fulviventris</i> , <i>Trigona fuscipennis</i> , <i>Trigona nigra</i>
<i>Ipomoea</i> sp2	<i>Hylaeus</i> sp1, <i>Agapostemon nasutus</i> , <i>Halictus lutescens</i> , <i>Halictus ligatus</i> , <i>Augochloropsis ignita</i> , <i>Anthidiellum</i> sp1, <i>Coelioxys azteca</i> , <i>Megachile (Chelostomoides) otomita</i> , <i>Megachile (Neomegachile) chichimeca</i> , <i>Megachile</i> sp3, <i>Megachile</i> sp12, <i>Megachile</i> sp13, <i>Ceratina</i> sp3, <i>Ceratina</i> sp4, <i>Exomalopsis</i> sp1, <i>Exomalopsis</i> sp9, <i>Tetraloniella cacuminis</i> , <i>Scaptotrigona mexicana</i> , <i>Trigona nigra</i>
<i>Ipomoea</i> sp4	<i>Augochloropsis metallica</i> , <i>Augochlora albiceps</i> , <i>Caenaugochlora</i> sp1, <i>Megachile</i> sp15, <i>Xylocopa mexicanorum</i> , <i>Melitoma marginella</i> , <i>Peponapis azteca</i> , <i>Peponapis smithi</i> , <i>Peponapis</i> sp1, <i>Peponapis utahensis</i> , <i>Xenoglossa gabii</i> , <i>Epicharis lunulata</i> , <i>Eulaema polychroma</i> , <i>Euglossa atrovirens</i> , <i>Euglossa</i> sp1
31. Merremia	
<i>Merremia</i> sp1	<i>Calliopsis</i> sp2, <i>Halictus lutescens</i> , <i>Halictus ligatus</i> , <i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp2, <i>Augochloropsis metallica</i> , <i>Augochlora quiriguensis</i> , <i>Caenaugochlora</i> sp1, <i>Trachusa</i> sp1, <i>Megachile</i> sp12, <i>Ceratina</i> sp2, <i>Exomalopsis</i> sp9, <i>Ancyloscelis</i> sp1, <i>Melitoma marginella</i> , <i>Melissodes tepaneca</i> , <i>Plebeia frontalis</i> , <i>Plebeia parkeri</i> , <i>Scaptotrigona mexicana</i> , <i>Trigona nigra</i> , <i>Trigonisca schulthesi</i>
32. Operculina	
<i>Operculina tuberosa</i> (L.) Meisn.	<i>Augochlora albiceps</i> , <i>Augochlora quiriguensis</i>

Cucurbitaceae

33. Cucurbita

Cucurbita ficifolia Bouche

Agapostemon nasutus, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora albiceps*, *Augochlora quiriguensis*, *Caenaugochlora* sp1, *Paratetrapedia* sp3, *Melissodes tepaneca*, *Peponapis azteca*, *Peponapis smithi*, *Peponapis* sp1, *Peponapis utahensis*, *Xenoglossa gabii*, *Trigona fulviventris*, *Trigona nigra*

Cucurbita pepo L.

Agapostemon nasutus, *Augochloropsis ignita*, *Augochlora albiceps*, *Augochlora quiriguensis*, *Caenaugochlora* sp1, *Megachile (Argyropile) flavihirsuta*, *Ceratina* sp4, *Paratetrapedia calcarata*, *Peponapis smithi*, *Peponapis* sp1, *Peponapis utahensis*, *Xenoglossa gabii*, *Partamona bilineata*, *Trigona fulviventris*

34. Rytidostylis

Rytidostylis gracilis Hook. & Arn.

Caenaugochlora sp1, *Trigona fulviventris*

Elaeocarpaceae

35. Muntingia

Muntingia calabura L.

Agapostemon nasutus, *Lasioglossum (Dialictus)* sp3, *Coelioxys azteca*, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp2, *Scaptotrigona mexicana*

Euphorbiaceae

36. Croton

Croton guatemalensis Lotsy

Colletes sp1, *Colletes* sp2, *Hylaeus* sp4, *Andrena (Callandrena)* sp1, *Pseudopanurgus* sp1, *Agapostemon nasutus*, *Halictus lutescens*, *Augochloropsis metallica*, *Caenaugochlora* sp3, *Anthidiellum* sp1, *Hypanthidium mexicanum*, *Coelioxys otomita*, *Megachile (Neomegachile) chichimeca*, *Megachile (Phaenosarus) azteca*, *Megachile (Pseudocentron) inscita*, *Ceratina* sp4, *Exomalopsis* sp3, *Centris (Hemisiella) trigonoides*, *Nannotrigona perilampoides*, *Plebeia moureana*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*, *Scaptotrigona mexicana*

Croton sp1

Fabaceae

37. Acacia

Acacia cornigera

Halictus hesperus, *Halictus lutescens*, *Heriades* sp1, *Anthidiellum apicale*, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp2, *Nannotrigona perilampoides*, *Trigona nigra*

Acacia farnesiana

Heriades sp1, *Megachile (Chelostomoides) axyx*, *Megachile (Neomegachile) chichimeca*, *Megachile* sp12, *Xylocopa fimbriata*, *Xylocopa mexicanorum*, *Ceratina* sp3, *Exomalopsis* sp3, *Paratetrapedia calcarata*, *Gaesischia exul*, *Centris (Centris) aethyctera*, *Centris (Centris) inermis*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Mesoplia rufipes*

Acacia millenaria

Hylaeus sp1, *Hylaeus* sp2, *Halictus hesperus*, *Halictus lutescens*, *Anthidiellum* sp1, *Megachile (Chelostomoides) otomita*, *Megachile (Neomegachile) chichimeca*, *Megachile (Phaenosarus) azteca*, *Megachile* sp4, *Xylocopa guatemalensis*, *Ceratina* sp2, *Exomalopsis* sp3, *Centris (Centris) inermis*, *Centris (Hemisiella) nitida*, *Scaptotrigona mexicana*

38. Bauhinia

Bauhinia sp1

Gaesischia exul

39. Centrosema

Centrosema macrocarpa (Benth.) Kuntze

Centris (Paracentris) caesalpiniae

40. *Crotalaria*

Crotalaria sp1

Augochloropsis metallica, *Augochlora quiriguensis*, *Caenaugochlora* sp3, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp4, *Megachile* sp5, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp1, *Paratetrapedia calcarata*, *Tetrapedia* sp1, *Peponapis smithi*, *Centris* (*Hemisiella*) *nitida*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Heterocentris*) *analisis*, *Mesocheira bicolor*, *Partamona bilineata*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*

41. *Dalea*

Dalea domingensis DC.

Anthidiellum apicale, *Megachile* sp9, *Megachile* sp12, *Exomalopsis* sp10

42. *Desmodium*

Desmodium sp1

Agapostemon nasutus, *Halictus lutescens*, *Halictus ligatus*, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora smaragdina*, *Anthidiellum* sp1, *Anthidiellum apicale*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* (*Phaenoserus*) *azteca*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp4, *Megachile* sp12, *Megachile* sp13, *Ceratina* sp1, *Ceratina* sp2, *Ceratina* sp3, *Triepeolus* sp1, *Exomalopsis* sp9, *Nannotrigona perilampoides*, *Plebeia parkeri*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*

43. *Diphysa*

Diphysa floribunda Peyr.

Caenaugochlora sp2, *Ancyloscelis* sp1

44. *Fabaceae*

Fabaceae sp1

Halictus lutescens, *Anthidiellum* sp1, *Hypanthidium mexicanum*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp4, *Megachile* sp5, *Megachile* sp13, *Megachile* sp15, *Xylocopa fimbriata*, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa viridis*, *Ceratina* sp1, *Ceratina* sp3, *Centris* (*Centris*) *inermis*, *Centris* (*Hemisiella*) *nitida*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Hemisiella*) *vittata*, *Centris* (*Heterocentris*) *analisis*, *Epicharis maculata*, *Mesoplia rufipes*, *Mesocheira bicolor*

Fabaceae sp3

Hylaeus sp2, *Coelioxys otomita*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *axyx*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp4, *Megachile* sp5, *Megachile* sp6, *Megachile* sp13, *Xylocopa viridis*, *Ceratina* sp1, *Ceratina* sp2, *Exomalopsis* sp2, *Exomalopsis* sp4, *Melissodes* sp2, *Gaesischia exul*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Heterocentris*) *analisis*, *Centris* (*Trachina*) *eurypatana*, *Epicharis maculata*, *Mesocheira bicolor*, *Nannotrigona perilampoides*, *Partamona bilineata*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*, *Trigonisca schulthesi*

Fabaceae sp4

Andrena (*Callandrena*) sp1, *Halictus lutescens*, *Trachusa* sp1, *Megachile* sp5, *Megachile* sp16, *Exomalopsis* sp3, *Exomalopsis* sp10

Fabaceae sp5

Colletes sp1, *Calliopsis* sp2, *Halictus hesperus*, *Halictus lutescens*, *Augochloropsis ignita*, *Caenaugochlora* sp1, *Exomalopsis* sp9, *Nannotrigona perilampoides*, *Partamona bilineata*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona nigra*

Fabaceae sp6

Megachile (*Chelostomoides*) *axyx*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp4, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*

Fabaceae sp7

Lasioglossum (*Dialictus*) sp2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp5, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Phaenoserus*) *azteca*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp4, *Megachile* sp5, *Megachile* sp6, *Megachile* sp7, *Ceratina* sp2, *Ceratina* sp3, *Trigona fulviventris*

45. *Gliricidia*

Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.

Hylaeus sp3, *Halictus ligatus*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp2, *Augochlora cordiaefloris*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *axyx*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* (*Phaenosarus*) *azteca*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp5, *Megachile* sp6, *Megachile* sp12, *Megachile* sp13, *Xylocopa fimbriata*, *Xylocopa mexicanorum*, *Exomalopsis* sp1, *Exomalopsis* sp9, *Paratetrapedia albipes*, *Paratetrapedia calcarata*, *Ancyloscelis* sp1, *Melissodes tepaneca*, *Melissodes* sp2, *Gaesischia exul*, *Centris* (*Centris*) *aethyctera*, *Centris* (*Centris*) *eisenii*, *Centris* (*Centris*) *inermis*, *Centris* (*Hemisiella*) *nitida*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Heterocentris*) *analisis*, *Centris* (*Heterocentris*) sp1, *Centris* (*Heterocentris*) sp2, *Centris* (*Heterocentris*) sp3, *Centris* (*Paracentris*) sp1, *Centris* (*Trachina*) *eurypatana*, *Epicharis lunulata*, *Mesoplia rufipes*, *Mesocheira bicolor*, *Trigona nigra*, *Trigonisca pipioli*, *Trigonisca schulthesi*

46. *Haemaetoxylum*

Haemaetoxylum brasiletto Karsten

Agapostemon nasutus, *Halictus hesperus*, *Pseudaugochlora graminea*, *Heriades* sp1, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp5, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa muscaria*, *Ceratina capitata*, *Ceratina* sp2, *Ceratina* sp3, *Paratetrapedia albipes*, *Paratetrapedia calcarata*, *Paratetrapedia* sp2, *Paratetrapedia* sp3, *Gaesischia exul*, *Centris* (*Centris*) *inermis*, *Mesoplia rufipes*, *Mesocheira bicolor*

47. *Inga*

Inga sp1

Augochlora aurifera, *Megachile* sp13, *Melissodes tepaneca*, *Scaptotrigona mexicana*, *Scaptotrigona pectoralis*, *Trigona fuscipennis*, *Trigonisca schulthesi*

48. *Machaerium*

Machaerium riparium Brandegee

Megachile (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* sp3, *Gaesischia exul*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Trachina*) *eurypatana*

49. *Mimosa*

Mimosa pudica L.

Andrena (*Callandrena*) sp1, *Halictus hesperus*, *Halictus lutescens*, *Halictus ligatus*, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora albiceps*, *Augochlora aurifera*, *Augochlora cordiaefloris*, *Augochlora quiriguensis*, *Augochlora smaragdina*, *Augochlora neglectula*, *Caenaugochlora* sp1, *Caenaugochlora* sp3, *Anthidiellum* sp1, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp5, *Megachile* sp15, *Megachile* sp16, *Exomalopsis* sp3, *Exomalopsis* sp10, *Centris* (*Heterocentris*) *analisis*, *Eulaema polychroma*, *Melipona beecheii*, *Nannotrigona perilampoides*, *Partamona bilineata*, *Plebeia frontalis*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona nigra*

Mimosa sp1

Scaptotrigona mexicana

Mimosa sp2

Lasioglossum (*Dialictus*) sp2, *Lasioglossum* (*Evylaeus*) sp1, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora albiceps*, *Augochlora aurifera*, *Ceratina* sp3, *Exomalopsis* sp1, *Tetraloniella cacuminis*, *Nannotrigona perilampoides*, *Plebeia frontalis*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona nigra*, *Trigonisca pipioli*, *Trigonisca schulthesi*

Mimosa sp3

Agapostemon nasutus, *Coelioxys otomita*, *Exomalopsis* sp2, *Tetrapedia* sp1, *Scaptotrigona mexicana*

50. *Phaseolus*

Phaseolus sp1

Halictus hesperus, *Halictus lutescens*, *Halictus ligatus*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp2, *Augochloropsis metallica*, *Trachusa* sp1, *Coelioxys azteca*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* (*Phaenosarus*) *azteca*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp5, *Megachile* sp12, *Megachile* sp13, *Megachile* sp15, *Xylocopa lateralis*, *Ceratina* sp1, *Exomalopsis* sp4, *Exomalopsis* sp9, *Melissodes tepaneca*, *Tetraloniella cacuminis*, *Centris* (*Hemisiella*) *nitida*, *Mesoplia rufipes*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fuscipennis*

51. *Prosopis*

Prosopis juliflora (Sw.) DC.

Scaptotrigona mexicana, *Scaptotrigona pectoralis*, *Trigona fulviventris*, *Trigona nigra*

52. *Rhynchosia*

Rhynchosia sp1

Megachile (Chelostomoides) otomita, *Megachile (Neomegachile) chichimeca*, *Xylocopa mexicanorum*, *Centris (Centris) inermis*

53. *Senna*

Senna atomaria (L.) Irwin & Barneby

Halictus lutescens, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora quiriguensis*, *Augochlora neglectula*, *Caenaugochlora* sp2, *Megachile* sp19, *Xylocopa fimbriata*, *Xylocopa guatemalensis*, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa muscaria*, *Xylocopa nautlana*, *Xylocopa tabaniformis*, *Exomalopsis* sp2, *Exomalopsis* sp3, *Exomalopsis* sp6, *Exomalopsis* sp9, *Paratetrapedia* sp2, *Ancyloscelis* sp1, *Melitoma marginella*, *Centris (Centris) inermis*, *Centris (Hemisiella) nitida*, *Centris (Trachina) eurypatana*, *Eulaema polychroma*, *Euglossa viridissima*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona angustula*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*

Senna nicaraguensis (Benth.) HS Irwin & Barneby

Augochlora albiceps, *Xylocopa fimbriata*, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa viridis*, *Exomalopsis* sp4, *Exomalopsis* sp9, *Centris (Centris) inermis*, *Centris (Hemisiella) trigonoides*, *Plebeia frontalis*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*

Senna pallida Irwin & Barneby

Halictus hesperus, *Xylocopa fimbriata*, *Centris (Trachina) eurypatana*

Senna sp1

Lasioglossum (Dialictus) sp2, *Megachile* sp12, *Xylocopa mexicanorum*

Senna sp2

Halictus hesperus, *Caenaugochlora* sp1, *Xylocopa mexicanorum*, *Centris (Trachina) eurypatana*, *Trigona fulviventris*

Lamiaceae

54. *Hyptis*

Hyptis tomentosa Poit

Halictus lutescens, *Heriades* sp1, *Heriades* sp2, *Megachile (Chelostomoides) otomita*, *Xylocopa guatemalensis*, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa muscaria*, *Xylocopa tabaniformis*, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp3, *Gaesischia exul*, *Centris (Centris) inermis*, *Centris (Hemisiella) trigonoides*, *Centris (Paracentris) caesalpiniae*, *Centris (Trachina) eurypatana*, *Mesoplia rufipes*, *Euglossa* sp1, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*

54. Lamiaceae

Lamiaceae sp1

Pseudopanurgus sp1, *Halictus ligatus*, *Lasioglossum (Dialictus)* sp2, *Lasioglossum (Dialictus)* sp5, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora albiceps*, *Augochlora quiriguensis*, *Augochlora smaragdina*, *Caenaugochlora cupriventris*, *Hypanthidium mexicanum*, *Coelioxys azteca*, *Coelioxys otomita*, *Megachile (Chelostomoides) ayyx*, *Megachile (Chelostomoides) otomita*, *Megachile (Neomegachile) chichimeca*, *Megachile (Pseudocentron) inscita*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp4, *Megachile* sp5, *Megachile* sp12, *Megachile* sp13, *Megachile* sp15, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp3, *Exomalopsis* sp1, *Exomalopsis* sp3, *Exomalopsis* sp10, *Paratetrapedia calcarata*, *Ancyloscelis* sp1, *Melissodes tepaneca*, *Tetraloniella cacuminis*, *Centris (Centris) inermis*, *Partamona bilineata*, *Plebeia frontalis*, *Trigona fulviventris*, *Trigona nigra*

Lamiaceae sp3

Halictus lutescens, *Caenaugochlora* sp1, *Anthidiellum apicale*, *Scaptotrigona mexicana*

56. *Salvia*

Salvia sp1

Xylocopa tabaniformis

Salvia sp2

Agapostemon nasutus, *Halictus lutescens*, *Lasioglossum (Dialictus)* sp1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp2, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora quiriguensis*, *Augochlora smaragdina*, *Exomalopsis* sp9, *Paratetrapedia* sp3, *Trigona fulviventris*

Salvia sp3

Centris (Centris) inermis

Malpighiaceae

57. *Bunchosia*

Bunchosia sp1

Paratetrapedia calcarata, *Paratetrapedia* sp2, *Plebeia frontalis*, *Trigona nigra*

58. *Byrsonima*

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth

Agapostemon nasutus, *Halictus lutescens*, *Anthidiellum* sp1, *Anthidiellum apicale*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Phaenosarus*) *azteca*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp5, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp1, *Ceratina* sp2, *Exomalopsis* sp7, *Paratetrapedia albipes*, *Paratetrapedia calcarata*, *Paratetrapedia* sp1, *Paratetrapedia* sp2, *Tetrapedia* sp1, *Coelioxys punctipennis*, *Melissodes tepaneca*, *Centris* (*Centris*) *aethytera*, *Centris* (*Centris*) *inermis*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Heterocentris*) *nalis*, *Epicharis maculata*, *Mesoplia rufipes*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*, *Trigonisca schulthesi*

59. *Heteropteris*

Heteropteris sp1

Hylaeus sp5, *Pseudopanurgus* sp1, *Halictus ligatus*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp2, *Augochlora albiceps*, *Augochlora quiriguensis*, *Anthidiellum apicale*, *Coelioxys otomita*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp2, *Ceratina* sp3, *Ceratina* sp5, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Hemisiella*) *vittata*, *Centris* (*Heterocentris*) sp2, *Nannotrigona perilampoides*, *Partamona bilineata*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona nigra*

60. *Malpighia*

Malpighia sp2

Paratetrapedia calcarata, *Paratetrapedia* sp2, *Paratetrapedia* sp3, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Plebeia frontalis*, *Trigona nigra*

61. *Stigmaphyllon*

Stigmaphyllon cordatum Rose & D. Smith.

Lasioglossum (*Dialictus*) sp4, *Anthidiellum* sp1, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Nannotrigona perilampoides*, *Plebeia frontalis*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona nigra*, *Trigonisca pipioli*, *Trigonisca schulthesi*

Malvaceae

62. *Malvaviscus*

Malvaviscus sp1

Augochlora smaragdina, *Xylocopa guatemalensis*, *Ancyloscelis* sp1, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fuscipennis*

Malvaviscus sp2

Hylaeus sp1, *Halictus ligatus*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* (*Phaenosarus*) *azteca*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp4, *Megachile* sp5, *Megachile* sp13

63. *Sida*

Sida acuta Burm. F.

Hylaeus sp3, *Agapostemon nasutus*, *Halictus hesperus*, *Halictus lutescens*, *Halictus ligatus*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp4, *Augochloropsis ignita*, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora albiceps*, *Augochlora aurifera*, *Augochlora cordiaefloris*, *Augochlora quiriguensis*, *Augochlora smaragdina*, *Augochlora neglectula*, *Augochlora pomoniella*, *Augochlora* sp1, *Heriades* sp1, *Anthidiellum apicale*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* sp6, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp1, *Ceratina* sp2, *Ceratina* sp3, *Ceratina* sp4, *Ceratina* sp5, *Nomada* sp2, *Epeolus* sp1, *Triepeolus* sp2, *Exomalopsis* sp2, *Exomalopsis* sp3, *Exomalopsis* sp4, *Exomalopsis* sp9, *Paratetrapedia albipes*, *Paratetrapedia calcarata*, *Paratetrapedia* sp3, *Tetrapedia* sp1, *Melissodes tepaneca*, *Peponapis utahensis*, *Tetraloniella cacuminis*, *Nannotrigona perilampoides*, *Plebeia frontalis*, *Plebeia moureana*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*, *Trigonisca schulthesi*

Moraceae

64. *Ficus*

Ficus insípida Willd.

Trigona nigra

Moringaceae

65. *Moringa*

Moringa oleifera Lam.

Agapostemon nasutus, *Halictus lutescens*, *Pseudaugochlora graminea*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Xylocopa fimbriata*, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa tabaniformis*, *Ceratina capitosa*, *Exomalopsis* sp1, *Paratetrapedia albipes*, *Centris* (*Centris*) *aethyctera*, *Centris* (*Centris*) *eisenii*, *Centris* (*Centris*) *inermis*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Heterocentris*) *analis*, *Centris* (*Heterocentris*) sp1, *Centris* (*Heterocentris*) sp4, *Mesocheira bicolor*, *Euglossa* sp1, *Euglossa viridissima*, *Nannotrigona perilampoides*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona nigra*

Myrsinaceae

66. *Ardisia*

Ardisia breedlovei Lundell

Agapostemon nasutus, *Halictus lutescens*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp2, *Coelioxys azteca*, *Megachile* (*Chelostomoides*) *otomita*, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Megachile* sp13, *Megachile* sp17, *Xylocopa lateralis*, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa tabaniformis*, *Xylocopa viridis*, *Exomalopsis* sp7, *Centris* (*Centris*) *inermis*, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides*, *Centris* (*Heterocentris*) *analis*, *Nannotrigona perilampoides*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona nigra*

Nyctaginaceae

67. *Salpianthus*

Salpianthus arenarius Humb. & Bonpl

Heriades sp1, *Xylocopa tabaniformis*, *Ceratina* sp3, *Trigona nigra*

Onagraceae

68. *Ludwigia*

Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven

Lasioglossum (*Evylaeus*) sp1, *Paratetrapedia calcarata*, *Paratetrapedia* sp2

Oxalidaceae

69. *Oxalis*

Oxalis sp1

Lasioglossum (*Dialictus*) sp1, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp5, *Augochlora albiceps*, *Augochlora cordiaefloris*, *Augochlora* sp1, *Caenaugochlora* sp3, *Anthidiellum apicale*, *Hypanthidium mexicanum*, *Megachile* (*Phaenosarus*) *azteca*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp13, *Megachile* sp15, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa tabaniformis*, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp2, *Ceratina* sp3, *Ceratina* sp4, *Exomalopsis* sp9, *Exomalopsis* sp10, *Exomalopsis* sp11, *Paratetrapedia albipes*, *Paratetrapedia calcarata*, *Paratetrapedia* sp3, *Centris* (*Hemisiella*) *nitida*, *Centris* (*Heterocentris*) sp2, *Centris* (*Trachina*) *eurypatana*, *Plebeia moureana*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*

Poaceae

70. *Eleusine*

Eleusine indica (L.) Gaertn.

Halictus lutescens, *Halictus ligatus*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp1, *Lasioglossum* (*Evylaeus*) sp2, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora aurifera*, *Heriades* sp1, *Anthidiellum apicale*, *Megachile* (*Pseudocentron*) *inscita*, *Megachile* sp13, *Ceratina* sp3, *Anthophora* sp1, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*

71. *Zea*

Zea mays L.

Caenaugochlora cupriventris, *Caenaugochlora* sp1, *Exomalopsis* sp3, *Tetrapedia* sp1, *Peponapis utahensis*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*

Poligonaceae

72. *Coccoloba*

Coccoloba caracasana Meisn.

Halictus hesperus, *Halictus lutescens*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp2, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp4, *Coelioxys* sp3, *Megachile* (*Neomegachile*) *chichimeca*, *Paratetrapedia calcarata*, *Centris* (*Heterocentris*) sp1, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*, *Trigonisca pipioli*

Polygalaceae

73. *Polygala*

Polygala floribunda Benth.

Agapostemon nasutus, *Augochlora albiceps*, *Augochlora cordiaefloris*, *Augochlora quiriguensis*, *Megachile (Argyropile) flavihirsuta*, *Ceratina capitosa*, *Ceratina* sp1, *Ancyloscelis* sp1, *Melitoma marginella*, *Melissodes* sp2, *Peponapis* sp1, *Centris (Hemisiella) trigonoides*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Mesocheira bicolor*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*

Rosaceae

74. Rosaceae

Rosaceae sp1

Megachile sp6, *Xylocopa mexicanorum*, *Xylocopa tabaniformis*, *Paratetrapedia albipes*, *Centris (Centris) inermis*, *Centris (Hemisiella) trigonoides*, *Centris (Heterocentris) analis*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*

Rosaceae sp2

Lasioglossum (Dialictus) sp2, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora* sp1, *Caenaugochlora* sp1, *Ceratina capitosa*, *Paratetrapedia* sp3, *Ancyloscelis* sp1, *Nannotrigona perilampoides*, *Partamona bilineata*, *Plebeia frontalis*, *Scaptotrigona mexicana*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*, *Trigonisca schulthesi*

Rubiaceae

75. *Coutarea*

Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.

Pseudopanurgus sp1, *Augochlora albiceps*, *Caenaugochlora* sp1, *Anthidiellum* sp1, *Xylocopa mexicanorum*, *Exomalopsis* sp3, *Tetrapedia* sp1, *Plebeia moureana*, *Trigona nigra*

76. *Psychotria*

Psychotria sp1

Halictus lutescens, *Lasioglossum (Dialictus)* sp1, *Augochloropsis ignita*, *Coelioxys azteca*, *Scaptotrigona mexicana*

Sapindaceae

77. *Paullinia*

Paullinia sp1

Colletes sp1, *Hylaeus* sp2, *Agapostemon nasutus*, *Halictus hesperus*, *Halictus lutescens*, *Heriades* sp1, *Anthidiellum* sp1, *Hypanthidium mexicanum*, *Coelioxys azteca*, *Coelioxys* sp2, *Megachile (Chelostomoides) axyx*, *Megachile (Chelostomoides) otomita*, *Megachile (Neomegachile) chichimeca*, *Megachile (Phaenosarus) azteca*, *Megachile (Pseudocentron) inscita*, *Megachile* sp3, *Megachile* sp13, *Ceratina* sp4, *Exomalopsis* sp2, *Exomalopsis* sp3, *Paratetrapedia albipes*, *Paratetrapedia calcarata*, *Paratetrapedia* sp3, *Melissodes* sp2, *Scaptotrigona mexicana*, *Scaptotrigona pectoralis*, *Trigona fuscipennis*, *Trigonisca schulthesi*

78. Sapindaceae

Sapindaceae sp1

Scaptotrigona mexicana, *Trigona nigra*

79. *Serjania*

Serjania mexicana (L.) Willd.

Ptiloglossa eximia, *Xylocopa viridis*, *Exomalopsis* sp9

Serjania triquetra Radlk.

Trigona fulviventris

Serjania sp1

Colletes sp1, *Hylaeus* sp4, *Agapostemon nasutus*, *Halictus hesperus*, *Halictus lutescens*, *Lasioglossum (Dialictus)* sp1, *Lasioglossum (Dialictus)* sp2, *Lasioglossum (Dialictus)* sp3, *Augochlora smaragdina*, *Megachile (Neomegachile) chichimeca*, *Megachile* sp5, *Ceratina* sp1, *Ceratina* sp2, *Exomalopsis* sp2, *Exomalopsis* sp3, *Scaptotrigona mexicana*

80. *Thounidium*

Thounidium decandrum (Bonpl.) Radlk.

Exomalopsis sp7

Solanaceae

81. *Capsicum*

Capsicum annum L.

Colletes sp2, *Lasioglossum (Dialictus)* sp2, *Augochloropsis ignita*, *Augochlora smaragdina*, *Trigona nigra*

Capsicum frutescens L.

Colletes sp1, *Colletes* sp2, *Agapostemon nasutus*, *Halictus lutescens*, *Lasioglossum (Dialictus)* sp2, *Augochloropsis metallica*, *Augochlora albiceps*, *Augochlora cordiaefloris*, *Augochlora quiriguensis*, *Megachile (Chelostomoides) otomita*, *Exomalopsis* sp3, *Paratetrapedia albipes*, *Scaptotrigona pectoralis*, *Trigona fulviventris*, *Trigona fuscipennis*, *Trigona nigra*, *Trigonisca schulthesi*

82. Physalis

Physalis sp1

Augochloropsis metallica, *Augochlora albiceps*, *Augochlora quiriguensis*, *Caenaugochlora cupriventris*, *Plebeia frontalis*, *Trigona nigra*, *Trigonisca pipioli*, *Trigonisca schulthesi*

83. Solanum

Solanum sp1

Colletes sp1, *Xylocopa fimbriata*

Solanum torvum Sw.

Pseudopanurgus sp1, *Halictus lutescens*, *Augochloropsis ignita*, *Caenaugochlora* sp2, *Exomalopsis* sp3, *Trigona nigra*

Verbenaceae

84. Lippia

Lippia sp1

Heriades sp1, *Megachile (Pseudocentron) inscita*, *Ceratina* sp3, *Nannotrigona perilampoides*

85. Verbenaceae

Verbenaceae sp1

Halictus hesperus, *Anthidiellum* sp1, *Anthidiellum apicale*, *Hypanthidium mexicanum*, *Megachile (Chelostomoides) otomita*, *Exomalopsis* sp3, *Trigonisca pipioli*, *Trigonisca schulthesi*

Anexo 3. Artículo sometido para su publicación en la Revista Mexicana de Biodiversidad.

1 **Impacto del uso del suelo en la diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la Reserva**
2 **de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas, México.**

3 **Impact of land use on the diversity of bees (Hymenoptera: Apoidea) in the Biosphere**
4 **Reserve "La Sepultura", Chiapas, Mexico.**

5 Carlos Balboa¹, Ricardo Ayala², Rémy Vandame³ y Miguel Guzmán Díaz¹

6 ¹El Colegio de La Frontera Sur Unidad Tapachula, Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5,
7 Tapachula, Chiapas; C.P. 30700.

8 ²Estación de Biología Chamela, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de
9 México (UNAM), Apartado Postal 21, San Patricio, Jalisco, 48980, México.

10 ³El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal, Carretera Panamericana y Periférico Sur
11 S/N, Barrio Ma. Auxiliadora, C.P. 29230, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

12 Correspondencia: cbalboa@ecosur.mx

13 **Resumen.** Se estudió la diversidad de abejas nativas de tres localidades con diferencias en su
14 conservación y uso de suelo, dentro de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas. Se
15 reunieron 7018 ejemplares, pertenecientes a 5 familias, 59 géneros y 181 especies en conjunto
16 para las tres localidades. Al analizar la diversidad a escala de fragmento de paisaje, las
17 localidades con mayor impacto por el uso de suelo por el humano, presentan valores más altos de
18 diversidad α y β que lo encontrado en la localidad con vegetación en estado natural. Sin embargo,
19 cuando se evalúa el impacto del cambio de uso de suelo sobre la diversidad a escala local, sobre

20 los grupos funcionales, se encuentra que la vegetación conservada alberga un ensamble con una
21 diversidad funcional, incluyendo riqueza genérica y específica mayor, que la encontrada en los
22 potreros, vegetación ruderal y uso de suelo suburbano. La estructura de la diversidad funcional
23 respondió al cambio de uso de suelo de forma heterogénea, pero de manera general la mayor
24 riqueza se registra en la vegetación natural.

25 Palabras clave: Riqueza de abejas, bosque tropical caducifolio, impacto humano, potreros, grupos
26 ecológicos

27 **Abstract.** The native bee fauna in three localities was studied, with differences in land use within
28 the Biosphere Reserve “La Sepultura”, Chiapas, México. 7018 specimens were collected,
29 belonging to 5 families, 59 genera and 181 species for the three localities together. By analyzing
30 the diversity at the landscape scale, the areas with greatest impact on human management have
31 higher values of α and β diversity than that found in the locality with well preserved vegetation.
32 However, when assessing the impact of land use change in bee diversity at local scale by
33 functional groups, the preserved vegetation have a higher generic and specific richness than that
34 found in pastures, ruderal vegetation and suburban land use.

35 Key words: bee richness, tropical dry forest, human impact, pastures, ecological groups

36 **Introducción**

37 Las abejas (Hymenoptera: Apoidea) son insectos que destacan por su interacción
38 como polinizadores, tanto con la vegetación nativa como cultivada (Kevan y Baker, 1983;
39 Carvalho y Bego, 1997; Delaplane y Mayer, 2000; Thomazini y Thomazini, 2002). Michener
40 (2007) señala que la diversidad de abejas a nivel mundial está en el rango de 25000 a 30000
41 especies y en el caso de México, Ayala et al. (1993, 1996) reportan que la apifauna conocida se

42 compone de seis familias, 144 géneros y 1884 especies, encontrándose la mayor riqueza en las
43 regiones xéricas del norte del país, la cual decrece hacia las regiones tropicales; que son
44 intermedias, respecto a la fauna conocida para los bosques templados.

45 El conocimiento sobre las faunas de abejas y su composición para distintas regiones
46 de México, es el resultado de los estudios faunísticos realizados hasta el momento en centro del
47 país (Godínez, 1991; Hinojosa, 1996; Vergara y Ayala, 2002; Hinojosa, 2003), así como en
48 Jalisco dentro del bosque tropical caducifolio (BTC) y en los bosques de pinos y encinos (Ayala,
49 1988; Estrada, 1992; Fierros, 1994). Para la región sureste de México, se tienen levantamientos
50 apidofaunísticos en la Península de Yucatán (Roubik et al., 1991; Novelo, 1998) y en zonas de
51 amortiguamiento e influencia de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas (Balboa, 2007).

52 Sin embargo, aun son pocos los inventarios faunísticos dirigidos a los bosques
53 tropicales del sureste de México, particularmente Chiapas, donde este tipo de vegetación está
54 fuertemente amenazada por las prácticas de cambios de uso de suelo, destinadas a la ganadería
55 extensiva y los monocultivos (Macip y Muñoz, 2008). Dentro de las comunidades vegetales
56 presentes en el Neotrópico, el bosque tropical caducifolio cuenta con un número alto de especies
57 y endemismo (Trejo y Dirzo, 2002; Ayala, 2004; Pineda et al., 2007). Estas comunidades
58 naturales están poco representadas dentro del sistema de áreas naturales protegidas de Chiapas
59 (Breedlove, 1981; SEMARNAP, 1999), siendo una de las excepciones la Reserva de la Biosfera
60 La Sepultura (REBISE), para la cual es aún escaso el conocimiento que se tiene sobre la
61 diversidad que resguarda, particularmente de abejas.

62 Son poco conocidos los efectos que el cambio de uso de suelo y la fragmentación
63 tienen sobre la riqueza y abundancia de las poblaciones de abejas, a pesar de la importancia de

64 éstas como polinizadores de angiospermas (Quintero et al., 2010). La mayoría de los estudios
65 muestran que hay una pérdida de la riqueza de especies (Steffan-Dewenter et al., 2006; Cane et
66 al., 2006; Meneses et al., 2010), pero también señalan que no todas las especies se encuentran
67 amenazadas por la fragmentación dentro de un paisaje (Henle et al., 2004). La respuesta de las
68 especies de abejas a los disturbios antropogénicos, varía de acuerdo al tipo de disturbio y a su
69 historia natural (Quintero et al., 2010), enfatizándose entonces la necesidad de generar
70 conocimiento en esta línea de investigación, particularmente en sitios donde la vegetación
71 original se encuentra amenazada por el crecimiento de la frontera agrícola. Con este fin, el
72 estudio de la fauna y composición de los grupos funcionales ecológicos de abejas, se propone
73 como una herramienta importante para comprender el efecto que el cambio de uso de suelo sobre
74 las abejas.

75 Por lo anterior, se estudia la fauna de abejas para la Reserva de la Biosfera La
76 Sepultura a una escala de paisaje y local y se evalúa el impacto que tienen los cambios en el uso
77 de suelo sobre en el ensamble de abejas, así como la estructura de los grupos funcionales
78 característicos para cada una de las tres localidades a nivel paisaje.

79 **Materiales y métodos**

80 *Área de estudio.* Se seleccionaron tres localidades con diferentes características de
81 uso del suelo, dentro de la Reserva de la Biosfera la Sepultura (Figura 1), la cual está situada en
82 el extremo oeste de la Sierra Madre de Chiapas, siendo su límite norte la Depresión Central de
83 Chiapas y su límite sur la Planicie Costera del Pacífico (SEMARNAP, 1999). De las tres
84 localidades consideradas, dos se encuentran en la zona de amortiguamiento y una dentro de la
85 zona núcleo “La Palmita”.

86 Se escogieron y georreferenciaron tres localidades considerando las prácticas de usos
87 de suelos que conformaban las mismas. La información de cada localidad y fragmento de uso de
88 suelo fue procesada con el apoyo de imágenes satelitales SPOT de las localidades usando el
89 programa ArcView GIS versión 3.2, con lo cual se obtuvo los porcentajes de área de cada uso de
90 suelo y vegetación natural.

91 La primera localidad, Nueva Costa Rica (CR) (situada entre los 16°8'6.74" a
92 16°9'11.62" N y 93°40'56.96" a 93°38'1.08" O), se encuentra en un gradiente altitudinal de
93 256 a 559 m, en el municipio de Tonalá; es la más alterada por las prácticas de uso de suelo
94 donde los potreros reportan la mayor superficie (73.62%), con parches de vegetación natural que
95 sólo representan el 21.55 %; mientras que la vegetación ruderal y el uso de suelo suburbano en
96 conjunto tienen 4.82 %. La segunda localidad es Adolfo López Mateos (ALM) (16°19'16.74" a
97 16°20'52.20" N y 93°58'59.82" a 93°58'27.08" O), de 183 a 552 m de altitud, en el municipio
98 de Arriaga, presenta una situación intermedia en cuanto a cobertura para cada uso del suelo
99 (respecto a CR y PPV), en esta localidad, las zonas destinadas a la ganadería extensiva y los
100 parches con vegetación natural corresponden al 51.1 % y 43.33 % respectivamente, cuando las
101 áreas suburbanas y la vegetación ruderal representan sólo 3.55 y 2.05 % respectivamente. La
102 tercera localidad, el Paraje Poza Verde (PPV) (16°20'31.47" a 16°20'18.97" N y 93°57'15.95"
103 a 93°56'7.92" O), entre 339 y 592 m de altitud, dentro de la zona núcleo "La Palmita" y tiene
104 vegetación natural en toda su superficie que corresponde al bosque tropical caducifolio (BTC).

105 El clima de las tres localidades corresponde al Aw2(w) (Cardoso, 1979) y durante el
106 2009 los datos de las variables climáticas obtenidos en las estaciones meteorológicas de la
107 CONAGUA en Arriaga y Tonalá, Chiapas, registraron para la temperatura media anual en
108 Arriaga 26.5 °C y para Tonalá de 27.6 °C, mientras que la precipitación total anual reportada fue

109 de 364 y 458 mm respectivamente, siendo julio el mes más lluvioso para Arriaga y septiembre
110 para Tonalá.

111 *Muestreo.* Se realizaron colectas bimensuales, en cada caso por tres personas, durante
112 6 días de muestreo, empleando 2 días para cada localidad, entre enero y noviembre del 2009,
113 sumando así en un año 12 días de muestreos por localidad y 36 días de trabajo de campo en
114 conjunto. Cada localidad consistió de un cuadrante con una forma determinada en su longitud por
115 los accidentes topográficos, el cuadrante de la localidad CR fue de 5.5 km x 100 m; para ALM de
116 4.2 km x 100 m y para PPV de 2 km x 100 m; dentro de cada cuadrante se invirtió el mismo
117 tiempo en la colecta de abejas (10 horas), buscando éstas sobre las flores en las plantas presentes
118 dentro de los cuadrantes, mediante recorridos por senderos y caminos. En el caso de PPV se
119 utilizó como sendero el cauce de un río.

120 Para la captura de las abejas se utilizaron redes entomológicas aéreas y atrayentes
121 químicos (eugenól, cineól, salicilato de metilo), los cuales se utilizaron colocando unas gotas en
122 trozos de papel absorbente, que fueron expuestos a una altura de 1.5 m por 30 minutos (Neves y
123 Viana, 1999; Sofia y Suzuki, 2004). Los muestreos fueron complementados utilizando una
124 trampa tipo Malaise, colocada en el mismo sitio el primer día de colecta para cada localidad y
125 que fue removida al final del segundo día, ésta se utilizó durante todas las salidas bimestrales.
126 Las colectas fueron realizadas entre las 06:00 y 16:00 hrs. Los ejemplares de abejas colectados
127 fueron sacrificados en cámaras letales con cianuro de potasio y para todos se registró el tipo de
128 uso de suelo en que fueron capturados (vegetación conservada, potrero, vegetación ruderal y uso
129 de suelo suburbano), todos los ejemplares fueron montados en alfileres entomológicos el mismo
130 día que fueron colectados. Este estudio excluyó a *Apis mellifera* por ser una especie introducida y
131 manejada en las localidades muestreadas.

132 La determinación taxonómica de las abejas se realizó con apoyo de la literatura
133 especializada (Michener et al., 1994; Ayala, 1988; Michener, 2007) y por comparación con los
134 ejemplares de abejas de la Colección de Insectos Asociados a Cultivos de la Frontera Sur (ECO-
135 TAP-E) de ECOSUR, Unidad Tapachula, misma en donde fueron depositados los ejemplares que
136 resultaron de este estudio y fueron corroboradas por el Dr. Ricardo Ayala de la Estación de
137 Biología Chamela del IBUNAM. La información de las etiquetas de las abejas, las plantas y notas
138 de campo, se capturó en una base de datos en Excel, la cual fue utilizada en el análisis de los
139 resultados.

140 *Análisis considerados.* La riqueza registrada en cada localidad fue evaluada con el
141 método de curvas de acumulación de especies, ajustadas a la ecuación de Clench, para lo cual se
142 utilizó el programa EstimateS versión 8.2 (Colwell, 2007), usando como unidades de esfuerzo,
143 los días de trabajo de campo para la colecta de abejas. Para evaluar la diversidad α se usaron los
144 índice de Simpson (dominancia) y el índice de Shannon-Wiener (equidad), además de la prueba t
145 de Hutcheson (Zar, 1996) para comparar la diversidad α entre las localidades muestreadas. Para
146 la diversidad β se empleó el coeficiente de similitud de Jaccard y para medir el reemplazo de
147 especies el índice de Magurran (Magurran, 1988), además, para evaluar la disimilitud se utilizó la
148 complementariedad (Colwell y Coddington, 1994).

149 Para analizar el efecto del uso del suelo sobre la diversidad de abejas, se identificaron
150 los ensambles de abejas propios de cada tipo de uso de suelo. Así mismo, en los ensambles de
151 cada localidad fueron reconocidos grupos funcionales, usando como base la definición de
152 Blondel (2003) quien los define como “ensambles de especies temporales o permanentes con
153 similitudes dentro de un contexto funcional, que utilizan los mismos recursos o características de
154 hábitat”. Para obtener esta información se usó como fuente la literatura (Ayala, 1988; Ayala,

155 2004; Michener, 2007), como es el caso de los hábitos de anidación, la constancia floral, la forma
156 de vida, la afinidad biogeografía y la distancia de vuelo. En lo referente al tamaño, aunque este
157 no es propiamente un grupo funcional, fue añadido porque tiene influencia sobre la posibilidad
158 que tienen las abejas de polinizar y visitar tipos y tamaños de flores (Hoehn, 2008) y se considera
159 una variable de importante para estudios ecológicos comparativos (Bullock, 1999) además de
160 estar relacionado con la habilidad de dispersión de las abejas (Cane et al., 2006); así las
161 categorías de tamaño fueron: Muy Grande (26-40 mm), Grande (15-25 mm), Mediana (10-14
162 mm), Pequeña (4-9 mm) y Muy Pequeña (2.4-3.3 mm).

163 **Resultados**

164 *Diversidad, composición y abundancia.* Se colectaron en total 7018 ejemplares de
165 cinco familias, 57 géneros y 181 especies de abejas en las tres localidades dentro de la Reserva de
166 la Biosfera La Sepultura. De éstas, Apidae es la familia que concentra la mayor riqueza genérica
167 y específica, así como mayor número de ejemplares (Apéndice 1, Cuadro 1), seguida por
168 Halictidae y Megachilidae, en ALM, estas últimas dos familias presentan la misma riqueza de
169 especies. Colletidae en la localidad CR, registra menor riqueza de géneros, mientras que
170 Andrenidae presenta un nivel de riqueza similar en las tres localidades estudiadas.

171 En cuanto a la abundancia, Andrenidae para CR y Colletidae para ALM y PPV, son
172 las familias que presentan los valores más bajos. En la localidad PPV, sitio con vegetación
173 natural, se registró la menor riqueza y abundancia de abejas, mientras que en las localidades con
174 mayor uso de suelo (CR y ALM), la fauna tiene mayor riqueza a nivel de géneros y especies, así
175 como en abundancia, en comparación con lo registrado en la localidad con vegetación mejor
176 conservada (PPV) (Cuadro 1).

177 Géneros como *Megachile*, *Centris*, *Hylaeus*, *Lasioglossum*, *Exomalopsis*, *Xylocopa* y
178 *Ceratina*, son más ricos a nivel específico en CR y ALM respecto a PPV (Apéndice 1), este
179 patrón se hace más patente en la abundancia, cuando el cambio de uso de suelo propicia mayores
180 posibilidades para la anidación y recursos para la alimentación de las abejas. Por otra parte,
181 *Euglossa* se registró como género más abundante en PPV (Figura 3, Apéndice 1).

182 En lo referente a la abundancia a nivel específico, cinco de las diez especies más
183 abundantes pertenecen a la tribu Meliponini en PPV y cuatro en CR, mientras que sólo dos en
184 ALM (Apéndice 1). La especie más abundante en CR y PPV es *Scaptotrigona mexicana*,
185 mientras que en ALM lo fue *Halictus lutescens*. *Centris* presenta un valor alto de riqueza de
186 especies (Apéndice 1) así como abundancia (Figura 2) en ALM, por lo que se puede considerar
187 como un elemento característico de esta localidad.

188 Los valores de r^2 de las curvas acumuladas (Figura 3), muestran un buen ajuste al
189 modelo de Clench, sin embargo, ninguna de las curvas alcanza un comportamiento asintótico,
190 siendo esto más evidente en PPV. El modelo estima 201 especies para el conjunto de datos que
191 incluye la información de las tres localidades, mientras que en la localidad con vegetación natural
192 (PPV) el modelo predice 164 especies y en las que tienen más intensidad de uso de suelo, que son
193 CR y ALM) predice 170 y 186 especies respectivamente. La integridad del inventario o
194 “completeness” (Cardoso, 2009) alcanza 89% de la fauna estimada cuando se reúne la
195 información de las tres localidades en conjunto; mientras que para PPV apenas 61% y en CR y
196 ALM presenta valores de 83% y 80% respectivamente.

197 Los valores para los índices de diversidad α se presentan en el Cuadro 2. En este
198 sentido el índice de Shannon-Wiener, en la localidad con vegetación natural mejor conservada

199 (PPV), se registró el valor más bajo en comparación con los valores obtenidos para CR y ALM
200 que fueron similares entre sí. Para PPV registró el valor más alto para el índice de Simpson, en
201 contraste a los valores de CR y ALM que fueron semejantes (Cuadro 2). Del mismo modo, la
202 prueba t de Hutcheson muestra diferencias significativas cuando se comparan los ensambles
203 presentes en las localidades alteradas por las actividades humanas (CR y ALM) y la localidad con
204 vegetación natural BTC (CR y PPV: $t= 7.417$; g. l.= 405; $P < 0.001$; ALM y PPV: $t= 10.942$; g.
205 l.= 1125; $P < 0.001$).

206 Los anteriores resultados de los índices de diversidad α , junto con las curvas de
207 acumulación de especies, sugieren que las faunas de abejas presentes en las localidades con uso
208 de suelo (CR y ALM) presentan valores más altos de diversidad y son más equitativas, que la
209 fauna registrada en la localidad que tiene cobertura vegetal que corresponde en su totalidad al
210 BTC (PPV). Con base a estos resultados, se tiene que la heterogeneidad ambiental encontrada en
211 los paisajes, que cuentan con vegetación natural y usos de suelo para actividades agrícolas y
212 ganaderas permite una mayor gama de microclimas y recursos alimenticios que propician una
213 mayor diversidad en comparación con un paisaje más homogéneo como el encontrado en la
214 localidad con vegetación natural (PPV).

215 *Efecto del uso del suelo.* Cuando se aborda la diversidad α en una escala menor al
216 paisaje (fragmentos de vegetación conservada y áreas con cobertura vegetal modificada por el
217 uso de suelo), se aprecia que la mayor riqueza se registra en los parches de vegetación conservada
218 (138 especies) y menor riqueza de especies es albergada en áreas donde el uso de suelo ha sufrido
219 el efecto de la actividad humana, así en los potreros se registró 122 especies, mientras que en la
220 vegetación ruderal y áreas con uso de suelo suburbano presentan 113 y 107 especies
221 respectivamente.

222 Lo anterior muestra el efecto que tiene el uso de suelo sobre la riqueza, y que es
223 probable que las abejas se concentren en fragmentos de vegetación natural, donde existen las
224 condiciones adecuadas para anidar, y para encontrar también los recursos de las flores y se
225 desplazan a zonas alteradas para complementar su dieta, o cuando se tienen condiciones propicias
226 para anidar, de especies que emplean el suelo o madera muerta como sustrato, como los géneros
227 *Megachile*, *Centris*, *Exomalopsis* y *Halictus* (Figura 2), cuya abundancia en las áreas alteradas
228 responde a esta condición.

229 El efecto del uso del suelo sobre la riqueza se acentúa cuando se consideran a las
230 abejas incluidas en los grupos funcionales asociados a la vegetación conservada y para cada uso
231 del suelo, a pesar de que los parches de vegetación natural y las zonas con uso de suelo ofrecen
232 las mismas condiciones, respecto a las categorías que conforman los grupos funcionales. De
233 manera general los fragmentos con vegetación natural albergan una mayor riqueza para cada
234 grupo funcional evaluado y solo en casos particulares, como las abejas que anidan en la madera
235 podrida o que anidan en los agujeros en madera, suelo y paredones, tienen más riqueza en los
236 potreros (Figuras 5 y 6). Sin embargo, a pesar del impacto humano existente en los potreros, estos
237 sostienen una riqueza considerable, aunque inferior a la existente en los parches de vegetación
238 natural, pero mayor a la que se registró en sitios con vegetación ruderal y áreas suburbanas.

239 Independientemente de las características propias de los fragmentos de paisaje, el
240 mayor número de especies que utiliza como sustrato para anidar al suelo, siendo pocas las
241 especies que utilizan la madera podrida con este fin. Del mismo modo, polen y néctar son los
242 recursos que obtienen las abejas con mayor frecuencia de las flores. En cuanto al tamaño, las
243 abejas de talla mediana presentan mayor riqueza, en comparación con los otros tamaños dentro de
244 este grupo funcional. Al considerar formas de vida, la mayor riqueza la tienen las abejas

245 solitarias. Las abejas con afinidad Neotropical son las que dominan en el ensamble que reúne la
246 fauna de las 3 localidades. La misma situación se observa cuando se analizan las abejas respecto
247 a su capacidad para desplazarse, cuando esta es de 0.5 o hasta 2 km, que registra más del 60% de
248 las especies en este grupo (Figura 6).

249 *Diversidad β para las localidades estudiadas.* Al comparar la localidad con
250 vegetación natural (PPV) con la más alterada (CR), la primera presenta 13 especies exclusivas,
251 mientras que la segunda registra 54 especies que no se encuentran en PPV. En cuanto a PPV y
252 ALM, 12 especies son exclusivas a la primera localidad y 60 de ALM. Del mismo modo, CR
253 registra 26 especies diferentes a las especies de ALM, la cual muestra 33 especies únicas respecto
254 a CR.

255 El coeficiente de similitud de Jaccard muestra mayor similitud entre las faunas de
256 abejas de CR y ALM, que cuando se comparan éstas con la apifauna de PPV (Cuadro 3). Los
257 valores del índice de Magurran y el de complementariedad refuerzan esta tendencia, al mostrar en
258 sus valores mayor disimilitud entre la comunidad de abejas presente en PPV con las localidades
259 alteradas por el uso de suelo (CR y ALM, Cuadro 3). Los resultados obtenidos sugieren que la
260 similitud entre las localidades con impacto provocado por la actividad humana (CR y ALM) se
261 debe a la semejanza en su conformación vegetal, las cuales ofertan mayor cantidad de
262 microhábitats, sitios de anidación y recursos alimenticios en los parches de vegetación
263 conservada, así como en áreas con uso de suelo, que lo presente en áreas más homogénea como la
264 localidad PPV.

265 **Discusión**

266 *Diversidad α y riqueza para las localidades.* Los valores de los índices de diversidad
267 α , muestran menor diversidad en el paisaje con vegetación natural, diversos estudios señalan que
268 los paisajes con impacto de la actividad del hombre presentan igual o mayor riqueza de especies,
269 que áreas con vegetación natural (Klein et al., 2007; Romey et al., 2007; Winfree et al., 2007;
270 Sheffield et al., 2008). En este contexto, Steffan-Dewenter y Tschardtke (2001) comentan que
271 áreas que presentan alteraciones en su estructura vegetal, presentan mayor heterogeneidad, por lo
272 que las abejas dentro de localidades con impacto humano ven incrementadas su riqueza, al
273 presentar mayor gama de condiciones, así como lugares para anidar (Romey et al., 2007). Sin
274 embargo, es importante señalar que para PPV (localidad con vegetación natural), los muestreos
275 bimensuales, aparentemente no coincidieron con los mejores momentos de la fenología de
276 floración, además de que existe dificultad para muestrear en el dosel. Estos factores en conjunto,
277 pueden explicar la baja riqueza registrada en esta localidad, en comparación a lo encontrado en
278 las localidades cuando el uso de suelo fue para la ganadería y agricultura.

279 Respecto a la integridad del inventario faunístico, Moreno y Halfpeter (2000) señalan
280 que registrar 100% de la fauna de un lugar es poco realista, debido al esfuerzo que se requiere.
281 Con base a lo anterior, al reunir la información de las tres localidades; este estudio se puede
282 considerar como representativo de la riqueza de abejas, de acuerdo con Thompson et al. (2007) y
283 Cardoso (2009), quienes consideran que valores del 70 al 80% en la integridad del inventario son
284 representativos de la riqueza de especies presentes en un lugar determinado. La fauna registrada
285 para las localidades con más uso de suelo por el humano (CR y ALM), encajan como inventarios
286 intensivos, mientras que para la localidad PPV, el ensamble registrado resulta ser aún incompleto

287 (61%); sin embargo, Cardoso (2009) señala que inventarios que registran un porcentaje superior
288 al 50% pueden ser empleados para fines comparativos.

289 *Efecto del uso del suelo.* A pesar de que los valores de los índices de diversidad
290 muestran una riqueza mayor en las localidades con paisajes fragmentados (CR y ALM), los
291 resultados obtenidos cuando se aborda el efecto del uso de suelo sobre la diversidad de abejas en
292 una escala local, como lo son los fragmentos de vegetación conservada y las áreas con uso de
293 suelo dentro de las localidades, muestran una pérdida de especies, a medida que la vegetación
294 natural incrementa su nivel de alteración por las actividades humanas. Como en este estudio, la
295 pérdida de diversidad por causa de la fragmentación, ha sido reportada por diversos autores
296 (Aizen y Feinsinger, 1994; Klein et al., 2002; Kremen et al., 2002; Steffan-Dewenter et al., 2002;
297 Kremen et al., 2004; Tylianakis et al., 2005), quienes señalan la importancia que tienen las áreas
298 de vegetación natural en la conservación de las abejas.

299 Se observa que las abejas responden de manera heterogénea a la fragmentación
300 (Quintero et al., 2010) y uno de los factores que determina los ensambles de la comunidad de
301 abejas en una localidad son la disponibilidad de sitios de anidamiento (Steffan-Dewenter et al.,
302 2006; Roulston y Goodell, 2010), que se ve fuertemente influenciada por los requerimientos
303 específicos de cada especie, tanto en la disponibilidad de sitios adecuados para anidar, como en
304 los materiales que las abejas requieren con este fin (Sheffield et al., 2008). Actividades como la
305 tala (o la limpia de potreros en el contexto de este estudio) aumentan la disponibilidad de sitios
306 para anidar particularmente para las abejas que emplean como sustrato la madera podrida (Romey
307 et al., 2007).

308 *Diversidad beta.* Para organismos altamente móviles como mariposas y abejas,
309 diversos trabajos (Summerville et al., 2003; Clough et al., 2007; Wilson et al., 2009) mencionan
310 que la diversidad β muestra más diferencias entre localidades con distintas conformaciones
311 vegetales, esto independientemente de la distancia entre éstas, como ocurre con las localidades
312 con vegetación natural y las que han sido alteradas con un tipo uso de suelo como las
313 consideradas en este estudio. Al respecto Tylianakis et al. (2006) señalan que la diversidad β
314 obedece a factores como tipo y área del hábitat, intensidad del manejo e interacciones inter e
315 intraespecíficas. Lo anterior explica la similitud encontrada en los valores del coeficiente de
316 similitud de Jaccard para las dos localidades con impacto por la actividad humana (CR y ALM) y
317 su contraste con la localidad en la cual la vegetación es natural, particularmente en los valores del
318 recambio de especies, dichos valores en conjunto son concordantes con lo propuesto por Harrison
319 et al. (1992) respecto a la diversidad β .

320 Los resultados de este estudio muestran la importancia que tienen los fragmentos de
321 vegetación natural, que fungen como refugio para las abejas, particularmente de especies
322 especialistas, las cuales son más sensibles a los cambios en el uso de suelo y la fragmentación, lo
323 que nos muestra que es prioritaria la conservación de estas zonas. Los efectos del cambio del uso
324 de suelo sobre la diversidad de abejas son complejos y en este estudio, se encuentra que tienen
325 mayor repercusión a una escala menor que la de paisaje y considerando la importancia de tienen
326 las abejas como polinizadores de plantas nativas y cultivadas, resulta importante realizar estudios
327 que permitan entender como los proceso de fragmentación influyen en la diversidad de abejas, lo
328 anterior para proponer estrategias y planes de manejo que resulten en hábitats más amigables para
329 conservar la diversidad de abejas.

330 **Agradecimientos**

331 Agradecemos al Dr. Rémy Vandame de la Línea de Investigación “Abejas de
332 Chiapas” de ECOSUR, unidad Tapachula, por los recursos económicos y apoyo logístico que
333 hicieron posible este trabajo, al Ing. Miguel Cigarroa López por su valiosa ayuda durante el
334 trabajo de campo, al M. en C. Eduardo Chamé, curador de la Colección de Insectos asociados a
335 cultivos de la Frontera Sur, por el espacio de trabajo brindado y al M. en E. Javier Valle Mora por
336 sus valiosos comentarios y ayuda en la parte estadística; al L.I. Higinio López Urbina del LAIGE
337 de ECOSUR por la asesoría en el manejo del programa ARCVIEW. Nuestra gratitud para el Biol.
338 Noé González y el C. Julio Ballinas, de la CONANP por las facilidades otorgadas para realizar
339 este estudio. Del mismo modo, Agradecemos también a la gente de los ejidos Nueva Costa Rica,
340 Tonalá y Adolfo López Mateos, Arriaga; particularmente a Don Roberto Gálvez, Don Pedro
341 Roque y a Don José Nájera, por permitirnos trabajar en sus parcelas.

342 **Literatura citada**

343 Aizen, M. y P. Feinsinger. 1994. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral
344 honeybees in Argentine “Chaco Serrano.” *Ecological Applications* 4:378-392.

345 Ayala, R. 1988. Abejas silvestres de Chamela, Jalisco. *Folia Entomológica Mexicana* 77:395-
346 493.

347 Ayala, R. 2004. Fauna de abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) *In: Artrópodos de Chamela,*
348 *A. García y R. Ayala (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. p. 193-219.*

349 Ayala R., T. Griswold y S. Bullock. 1993. The native bees of México. *In Biological diversity of*
350 *México: Origin and Distribution, T. Ramamoorthy, R. Bye; A. Lot, y J. Fa (eds.). Oxford*
351 *University Press, Estados Unidos. p. 179-227.*

352 Ayala R., T. Griswold y D. Yanega. 1996. Apoidea (Hymenoptera). *In* Biodiversidad, Taxonomía
353 y Biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento, J. Llorente, A.
354 García-Alderete, y E. González (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. p. 423-464.

355 Balboa C. 2007. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la reserva de la biosfera “El
356 Triunfo” Chiapas: Perspectivas para su conservación y manejo. Tesis, Fac. de Ciencias Químicas,
357 Universidad Autónoma de Chiapas. 40 p.

358 Blondel, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter?. *Oikos* 100:223-231.

359 Breedlove, D. 1981. Flora of Chiapas. Part I. Introduction to the flora of Chiapas. The California
360 Academy of Sciences Press, San Francisco, California. 35 p.

361 Bullock, S. 1999. Relationships among Body Size, Wing Size and Mass in Bees from a Tropical
362 Dry Forest in México. *Journal of the Kansas Entomological Society* 72:462-439.

363 Cane, J., R. Minckley, L. Kervin, T. Roulston, and N. Williams. 2006. Complex responses within
364 a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. *Ecological*
365 *Applications* 16:632–644.

366 Cardoso C. 1979. El clima de Chiapas y Tabasco. Instituto de Geografía. UNAM. México D.F.
367 99 p.

368 Cardoso, P. 2009. Standardization and optimization of arthropod inventories – the case of Iberian
369 spiders. *Biodiversity and Conservation* 18:3949-3962.

370 Carvalho, C. y L. Bego. 1997. Exploitation of available resources by bee fauna (Apoidea:
371 Hymenoptera) in the Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, state of Minas Gerais, Brazil.
372 *Revista Brasileira de Entomologia* 41:101-107.

373 Clough Y., A. Holzschuh, D. Gabriel, T. Purtauf, D. Kleijn, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter y T.
374 Tschardtke.2007. Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and
375 conventionally managed wheat fields. *Journal of Applied Ecology* 44:804-812.

376 Colwell, R. 2007. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from
377 Simples (Software y Guía de Usuario) version 8.2. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>; última
378 consulta: 20.X.2010.

379 Colwell, R. y J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation.
380 *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 345:101-118.

381 Delaplane, K. y D. Mayer. 2000. *Crop pollination by bees*. CABI Publishing, New York, New
382 York. 344 p.

383 Estrada C. 1992. *Abejas Silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de La Sierra del Tigre, Jalisco*.
384 Tesis, Fac. de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 34 p.

385 Fierros E. 1994. *Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del Volcán de Tequila, Jalisco*,
386 México. *Folia Entomológica Mexicana* 102:21-27.

387 Godínez L. 1991. *Algunos aspectos de la Fenología de las Abejas Silvestres (Hymenoptera:*
388 *Apoidea) de San Gregorio, Guanajuato*. Tesis, Fac. de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma
389 de México. 54 p.

390 Harrison, S., S. Ross, y J. Lawton. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain.
391 *Journal of Animal Ecology* 61:151-158.

392 Henle, K., K. Davies, M. Kleyer, C. Margules y J. Settele. 2004. Predictors of species sensitivity
393 to fragmentation. *Biodiversity and Conservation* 13:207-251.

394 Hinojosa, I. 1996. Estudio Faunístico de las abejas silvestres (Hymenoptera:Apoidea) del
395 Pedregal de San Ángel, D. F. Tesis, Fac. de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de
396 México. 51 p.

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

399 Hoehn, P., T. Tschardt, J. Tylianakis e I. Steffan-Dewenter. 2008. Functional group diversity
400 of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of The Royal Society Bulletin* 275:2283-
401 2291.

402 Kevan, P. y H. Baker. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of*
403 *Entomology* 28:407-453.

404 Klein, A., I. Steffan-Dewenter, D. Buchori, y T. Tschardt. 2002. Effects of land-use intensity in
405 tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps.
406 *Conservation Biology* 16:1003-1014.

407 Klein, A., B. Vaissière, J. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. Cunningham, C. Kremen y T.
408 Tschardt. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings*
409 *of the Royal Society Bulletin* 274:303-313.

410 Kremen, C., N. Williams y R. Thorp. 2002. Crop pollination from native bees at risk from
411 agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99:16812-16816.

412 Kremen, C., N. Williams, R. Bugg, J. Fay y R. Thorp. 2004. The area requirements of an
413 ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters*
414 7:1109-1119.

- 415 Macip, R. y A. Muñoz. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el
416 Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:185- 195.
- 417 Magurran, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New
418 Jersey, 179 p.
- 419 Meneses L., V. Meléndez, V. Parra-Tabla y J. Navarro. 2010. Bee diversity in a fragmented
420 landscape of the Mexican Neotropic. *Journal of Insect Conservation* 14:323-334.
- 421 Michener C. 2007. *The Bees of the World*. The John Hopkins University Press. Baltimore,
422 Maryland. 953 pp.
- 423 Michener C., R. McGinley y B. Danforth. 1994. *The bee genera of North and Central America*.
424 Smithsonian Institute Press, Washington. 209 pp.
- 425 Moreno, C. y G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using
426 species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37:149-158.
- 427 Neves, E y B. Viana. 1999. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) das
428 Matas Ciliares da Margem Esquerda do Médio Rio São Francisco, Bahia. *Anais da Sociedade*
429 *Entomológica do Brasil* 28:201-210.

430 Novelo, L. F. 1998. Evaluación preliminar de la biodiversidad y actividad estacional de una
431 comunidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la localidad de Tekom, Yucatán, México.
432 Tesis, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida
433 Yucatán. 54 p.

434 Pineda, F., L. Arredondo y G. Ibarra. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque
435 tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad*
436 78:129- 139.

437 Quintero, C., C. Morales y M. Aizen. 2010. Effects of anthropogenic habitat disturbance on local
438 pollinator diversity and species turnover across a precipitation gradient. *Biodiversity*
439 *Conservation* 19:257-274.

440 Romey, W., J. Ascher, D. Powell y M. Yanek. 2007. Impacts of Logging on Midsummer
441 Diversity of Native Bees (Apoidea) in a Northern Hardwood Forest. *Journal of the Kansas*
442 *Entomological Society* 80:327-338.

443 Roubik, D., R. Villanueva, E. Cabrera y W. Colli. 1991. Abejas Nativas de la Reserva de la
444 Biosfera de Sian Ka'an. *In* *Diversidad Biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an*,
445 Quintana Roo, México, L. Navarro y J. Robinson (eds.). CIQRO, Chetumal, Quintana Roo,
446 México. p. 317-320.

447 Roulston, T. y K. Goodell. 2010. The Role of Resources and Risks in Regulating Wild Bee
448 Populations. *Annual Review of Entomology* 56:293–312.

449 SEMARNAP. 1999. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas,
450 México. México D.F., México. 248 p.

451 Sheffield, C., P. Kevan, S. Westby y R. Smith. 2008. Diversity of cavity-nesting bees
452 (Hymenoptera: Apoidea) within apple orchards and wild habitats in the Annapolis Valley, Nova
453 Scotia, Canada. *Canadian Entomologist* 140:235-249.

454 Sofia, S. y K. Suzuki. 2004. Comunidades de machos de abelhas euglossina (Hymenoptera:
455 Apidae) em fragmentos florestais no Sul do Brasil. *Neotropical Entomology* 33:693-702.

456 Steffan-Dewenter, I. y T. Tschardtke. 2001. Succession of bee communities on fallows.
457 *Ecography* 24:83-93.

458 Steffan-Dewenter, I., U. Münzenberg, C. Bürger, C. Thies y T. Tschardtke. 2002. Scale-
459 dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology* 83:1421-1432.

460 Steffan-Dewenter I., A. Klein, V. Gaebele, T. Alfert y T. Tschardtke. 2006. Bee Diversity and
461 Plant-Pollinator Interactions in Fragmented Landscapes. *In* Plant-Pollinator Interactions from
462 Specialization to Generalization, N. Waser y J. Ollerton (eds.). The University of Chicago Press,
463 Illinois. p. 387-407.

464 Summerville, K., M. Boulware, J. Veech y T. Crist. 2003. Spatial variation in species diversity
465 and composition of forest Lepidoptera in eastern deciduous forests of North America.
466 *Conservation Biology* 17:1045-1057.

467 Thomazini, M. y A. Thomazini. 2002. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em
468 inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC.). *Neotropical Entomology* 31:27-34.

469 Thompson, G., S. Thompson, P. Withers y J. Fraser. 2007. Determining adequate trapping effort
470 and species richness using species accumulation curves for environmental impact assessments.
471 *Austral Ecology* 32:570-580.

472 Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests.
473 Biodiversity and Conservation 11:2063-2068.

474 Tylianakis, J., A. Klein y T. Tscharntke. 2005. Spatiotemporal variation in the diversity of
475 hymenoptera across a tropical habitat gradient. Ecology 86: 3296-3302.

476 Tylianakis J., A. Klein. T. Lozada y T. Tscharntke. 2006. Spatial scale of observation affects α , β
477 and λ diversity of cavity-nesting bees and wasps across a tropical land-use gradient. Journal of
478 Biogeography 33:1295-1304.

479 Vergara, C. y R. Ayala. 2002. Diversity, phenology and biogeography of the bees (Hymenoptera:
480 Apoidea) of Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Journal of the Kansas Entomological
481 Society 75:16-30.

482 Wilson, J., O. Messinger y T. Griswold. 2009. Variation between bee communities on a sand
483 dune complex in the Great Basin Desert, North America: Implications for sand dune
484 conservation. Journal of Arid Environments 73:666-671.

485 Winfree R., T. Griswold y C. Kremen. 2007. Effect of Human Disturbance on Bee Communities
486 in a Forested Ecosystem. Conservation Biology 21):213–223.

487 Zar, J. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall. New Jersey. 988 p.

488 **Cuadro 1.** Riqueza de la fauna de las tres localidades.

Familia	Abundancia				No. de géneros				No. de especies			
	CR	ALM	PPV	T	CR	ALM	PPV	T	CR	ALM	PPV	T
Colletidae	45	20	11	76	2	3	3	3	6	8	5	10
Andrenidae	10	90	21	121	3	3	1	3	3	4	1	5
Halictidae	625	787	81	1493	8	8	7	9	27	28	20	31
Megachilidae	381	455	74	910	6	7	6	8	23	28	16	32
Apidae	1840	1911	667	4418	33	29	23	34	83	81	59	103

489 CR= Nueva Costa Rica, ALM= Adolfo López Mateos, PPV= Paraje Poza Verde, T= total.

490 **Cuadro 2.** Índices de diversidad α de las localidades incluidas en este estudio.

Localidad	Riqueza específica	H'	λ	<i>t</i> de Hutcheson
Nueva Costa Rica	142	4.09	0.029	a
Adolfo López Mateos	149	4.05	0.023	a
Paraje Poza Verde	101	3.42	0.092	b

491 Índices de Shannon-Wiener; λ : Índice de Simpson. Letras diferentes señalan diferencias estadísticas encontradas por la prueba *t* de Hutcheson.

493 **Cuadro 3.** Comparaciones de la diversidad β para las localidades.

Índice β	Comparación entre localidades		
	CR-ALM	CR-PPV	ALM-PPV
Coeficiente de similitud de Jaccard	0.663	0.568	0.553
Índice de Magurran	98.11	105.04	111.80
Complementariedad	0.34	0.43	0.45

494 CR= Nueva Costa Rica, ALM= Adolfo López Mateos, PPV= Paraje Poza Verde.

ANEXO 1. Lista taxonómica de las abejas de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, Chiapas.

Familia / Subfamilia / Género/ Especie	Abundancia por sitio			Estacionalidad
	CR	ALM	PPV	
Colletidae				
Colletinae				
1. Colletes				
<i>C. sp1</i>	16	6	1	Todo el año
<i>C. sp2</i>	15	3	3	Lluvias
Diphaglossinae				
2. Ptiloglossa				
<i>P. eximia</i> (Smith, 1861)	—	1	—	Mediados de secas
<i>P. mexicana</i> (Cresson, 1878)*	—	—	1	Mediados de lluvias
Hylaeinae				
3. Hylaeus				
<i>H. sp1</i>	2	3	—	Secas
<i>H. sp2</i>	9	—	—	Secas
<i>H. sp3</i>	—	2	—	Mediados de secas
<i>H. sp4</i>	2	1	5	Inicio de lluvias
<i>H. sp5</i>	1	3	1	Lluvias
<i>H. sp6</i>	—	1	—	Mediados de lluvias
Andrenidae				
Andreninae				
4. Andrena				
<i>A. (Callandrena) sp1</i>	2	19	—	Lluvias
Panurginae				
5. Pseudopanurgus				
<i>P. sp1</i>	6	59	21	Lluvias
<i>P. sp2</i>	—	9	—	Inicio de secas
6. Calliopsis				
<i>C. sp1</i>	2	—	—	Final de lluvias
<i>C. sp2</i>	—	3	—	Mediados de lluvias

Halictidae

Halictinae

7. *Agapostemon*

A. nasutus Smith, 1853 137 57 1 Todo el año

8. *Halictus*

H. hesperus Smith, 1862 185 19 1 Todo el año

H. lutescens Friese, 1921 25 311 1 Todo el año

H. ligatus Say, 1837 32 59 2 Todo el año

9. *Lasioglossum*

L. (Dialictus) sp1 12 12 1 Todo el año

L. (D.) sp2 27 25 6 Todo el año

L. (D.) sp3 6 3 — Todo el año

L. (D.) sp4 5 2 1 Lluvias

L. (D.) sp5 4 1 3 Lluvias

L. (D.) sp6 — 1 — Medios de lluvias

L. (D.) sp7 1 — — Medios de lluvias

L. (Evyllaesus) sp1 1 10 2 Secas

L. (E.) sp2 — 1 — Inicio de lluvias

10. *Sphecodes*

S. sp1 1 — — Medios de lluvias

11. *Augochloropsis*

A. (Augochloropsis) ignita (Smith, 1861)* 34 21 — Todo el año

A. (Paraugochloropsis) metallica (Fabricius, 1793)* 15 75 11 Todo el año

12. *Pseudaugochlora*

P. graminea (Fabricius, 1804)* — 14 — Secas

13. *Augochlora*

A. (Augochlora) albiceps Friese, 1925* 16 22 24 Lluvias

A. (A.) nigrocyanea Cockerell, 1897 1 4 — Secas

A. (A.) quiriguensis Cockerell, 1913* 41 56 6 Todo el año

A. (A.) smaragdina Friese, 1917* 16 18 4 Todo el año

A. (A.) sp1 5 2 — Todo el año

<i>A. (Oxystoglossella) aurifera</i> Cockerell, 1897*	12	10	5	Lluvias
<i>A. (O.) cordiaefloris</i> Cockerell, 1907*	8	1	2	Todo el año
14. Augochlorella				
<i>A. neglectula</i> (Cockerell, 1897)	—	5	—	Lluvias
<i>A. pomoniella</i> (Cockerell, 1915)	2	1	1	Mediados de lluvias
<i>A. sp1</i>	2	4	1	Mediados de lluvias
15. Caenaugochlora				
<i>C. (Caenaugochlora) cupriventris</i> (Vachal, 1904)*	3	2	4	Mediados de lluvias
<i>C. (C.) sp1</i>	26	50	4	Lluvias
<i>C. (C.) sp2</i>	3	1	—	Lluvias
<i>C. (C.) sp3</i>	5	—	1	Lluvias
Megachilidae				
Megachilinae				
16. Ashmeadiella				
<i>A. sp1†</i>	—	1	—	Final de lluvias
17. Heriades				
<i>H. sp1</i>	5	12	17	Todo el año
<i>H. sp2</i>	—	—	2	Mediados de secas
18. Paranthidium				
<i>P. (Paranthidium) sp1</i>	1	6	1	Mediados de lluvias
19. Trachusa				
<i>T. sp1</i>	—	3	—	Lluvias
20. Anthidiellum				
<i>A. apicale</i> (Cresson, 1878)	8	9	6	Todo el año
<i>A. sp1</i>	8	11	12	Todo el año
21. Hypanthidium				
<i>H. mexicanum</i> (Cresson, 1878)*	4	2	4	Todo el año
22. Coelioxys				
<i>C. (Acrocoelioxys) azteca</i> Cresson, 1878	14	16	—	Todo el año
<i>C. (A.) otomita</i> Cresson, 1878*	6	7	1	Todo el año
<i>C. sp2</i>	1	—	—	Mediados de lluvias

C. sp3	—	1	—	Mediados de secas
--------	---	---	---	-------------------

23. Megachile

<i>Megachile (Argyropile) flavihirsuta*</i>	3	—	1	Mediados de lluvias
<i>M. (Chelostomoides) axyx</i> (Snelling, 1990)**	8	79	—	Todo el año
<i>M. (C.) otomita</i> Cresson, 1878	52	26	4	Todo el año
<i>M. (Neomegachile) chichimeca</i> Cresson, 1878*	100	74	6	Todo el año
<i>M. (Pseudocentron) azteca</i> Cresson, 1878	27	9	2	Todo el año
<i>M. (Pseudocentron) inscita</i> Mitchell, 1930**	11	16	4	Todo el año
<i>M. sp3</i>	23	15	1	Todo el año
<i>M. sp4</i>	31	25	—	Todo el año
<i>M. sp5</i>	26	38	7	Todo el año
<i>M. sp6</i>	5	1	—	Lluvias
<i>M. sp7</i>	1	1	—	Inicio de lluvias
<i>M. sp8</i>	—	1	—	Mediados de secas
<i>M. sp9</i>	—	3	—	Secas
<i>M. sp12</i>	3	58	—	Todo el año
<i>M. sp13</i>	30	23	—	Todo el año
<i>M. sp15</i>	12	10	5	Mediados de lluvias
<i>M. sp16</i>	—	5	1	Mediados de lluvias
<i>M. sp17</i>	2	—	—	Mediados de lluvias
<i>M. sp18</i>	—	1	—	Mediados de lluvias
<i>M. sp19</i>	—	2	—	Final de lluvias

Apidae

Xylocopinae

24. Xylocopa

<i>X. (Megaxylocopa) fimbriata</i> Fabricius, 1804	38	22	5	Todo el año
<i>X. (M.) nautlana</i> Cockerell, 1904*	1	1	1	Secas
<i>X. (Neoxylocopa) mexicanorum</i> Cockerell, 1912	32	26	17	Todo el año
<i>X. (Notoxylocopa) guatemalensis</i> Cockerell, 1912	4	1	13	Todo el año
<i>X. (N.) tabaniformis</i> Smith, 1854	9	5	6	Todo el año
<i>X. (Schoenherria) lateralis</i> Say, 1837	2	—	—	Secas

<i>X. (S.) muscaria</i> (Fabricius, 1775)*	19	1	2	Secas
<i>X. (S.) viridis</i> Smith, 1854	10	2	2	Todo el año
25. Ceratina				
<i>C. capitosa</i> Smith, 1879*	14	56	14	Todo el año
<i>C. sp1</i>	39	7	—	Todo el año
<i>C. sp2</i>	77	4	1	Todo el año
<i>C. sp3</i>	57	22	4	Todo el año
<i>C. sp4</i>	36	7	1	Todo el año
<i>C. sp5</i>	1	—	1	Inicio de lluvias
Nomadinae				
26. Nomada				
<i>N. sp1</i>	—	1	—	Inicio de lluvias
<i>N. sp2</i>	1	—	—	Inicio de lluvias
27. Epeolus				
<i>E. sp1</i> †	1	—	—	Inicio de lluvias
28. Triepeolus				
<i>T. mexicanus</i> (Cresson, 1878)	1	—	—	Finales de secas
<i>T. sp1</i>	—	7	—	Finales de lluvia
<i>T. sp2</i>	—	3	—	Inicio de lluvias
Apinae				
29. Exomalopsis				
<i>E. sp1</i>	7	5	1	Todo el año
<i>E. sp2</i>	19	2	—	Todo el año
<i>E. sp3</i>	75	50	2	Todo el año
<i>E. sp4</i>	4	3	—	Finales de lluvia
<i>E. sp5</i>	1	—	—	Inicio de secas
<i>E. sp6</i>	—	2	—	Inicio de secas
<i>E. sp7</i>	6	1	—	Secas
<i>E. sp9</i>	37	76	4	Todo el año
<i>E. sp10</i>	2	9	—	Todo el año
<i>E. sp11</i>	1	—	—	Finales de lluvia

30. Paratetrapedia

<i>P. (Lophopedia) albipes</i> (Friese, 1917)	22	8		Todo el año
<i>P. (Paratetrapedia) calcarata</i> (Cresson, 1878)*	31	16	9	Todo el año
<i>P. sp1</i>	3	1		Secas
<i>P. sp2</i>	3	5	6	Secas
<i>P. sp3</i>	13	11	1	Todo el año

31. Tetrapedia

<i>T. sp1</i>	8	5	3	Lluvias
---------------	---	---	---	---------

32. Coelioxoides

<i>C. punctipennis</i> Cresson, 1878	1	—	—	Finales de secas
--------------------------------------	---	---	---	------------------

33. Ancyloscelis

<i>A. sp1</i>	47	171	—	Todo el año
<i>A. sp2</i>	—	1	—	Inicio de lluvias

34. Melitoma

<i>M. marginella</i> (Cresson, 1872)	41	86	3	Todo el año
--------------------------------------	----	----	---	-------------

35. Melissodes

<i>M. tepaneca</i> Cresson, 1878	5	12	—	Todo el año
<i>M. sp2</i>	6	20	—	Secas
<i>M. sp3</i>	3	—	—	Mediados de lluvias

36. Gaesischia

<i>G. exul</i> Michener, LaBerge & Moure, 1955	29	41	—	Secas
--	----	----	---	-------

37. Peponapis

<i>P. azteca</i> Hurd & Linsley, 1966	—	11	3	Lluvias
<i>P. smithi</i> Hurd & Linsley, 1966*	27	45	—	Lluvias
<i>P. utahensis</i> (Cockerell, 1905)	23	94	—	Lluvias
<i>P. sp. n.</i>	5	17	—	Lluvias

38. Tetraloneilla

<i>T. cacuminis</i> LaBerge, 2001*	1	5	1	Lluvias
------------------------------------	---	---	---	---------

39. Thygater

<i>T. montezuma</i> (Cresson, 1878)	1	—	—	Inicio de secas
-------------------------------------	---	---	---	-----------------

40. Xenoglossa

<i>X. gabii</i> (Cresson, 1878)	13	3	1	Mediados de lluvias
---------------------------------	----	---	---	---------------------

41. Anthophora

<i>A. sp1</i>	—	2	—	Inicio de lluvias
---------------	---	---	---	-------------------

42. Centris

<i>C. (Centris) aethytera</i> Snelling, 1974*	7	14	—	Secas
<i>C. (C.) eisenii</i> Fox, 1893*	1	2	—	Mediados de secas
<i>C. (C.) inermis</i> Friese, 1899	39	84	5	Todo el año
<i>C. (Hemisiella) nitida</i> Smith, 1874	21	10	4	Todo el año
<i>C. (H.) trigonoides</i> Lepeletier, 1841	18	118	4	Todo el año
<i>C. (H.) vittata</i> Lepeletier, 1841*	—	3	4	Lluvias
<i>C. (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	32	97	3	Todo el año
<i>C. (H.) sp1</i>	—	40	—	Secas
<i>C. (H.) sp2</i>	1	1	1	Mediados de secas
<i>C. (H.) sp3</i>	—	1	—	Inicio de secas
<i>C. (H.) sp4</i>	—	1	—	Mediados de secas
<i>C. (Paracentris) caesalpiniae</i> Cockerell, 1897*	6	—	—	Secas
<i>C. (P.) sp1</i>	—	1	—	Inicio de secas
<i>C. (Trachina) eurypatana</i> Snelling, 1984*	30	17	—	Todo el año

43. Epicharis

<i>E. (Epicharana) elegans</i> Smith, 1861	—	5	1	Finales de secas
<i>E. (Hoplepicharis) lumulata</i> Mocsáry, 1899	1	9	1	Secas
<i>E. (Epicharoides) maculata</i> Smith, 1874*	7	6	1	Todo el año

44. Mesoplia

<i>M. rufipes</i> (Perty, 1833)*	6	14	—	Secas
----------------------------------	---	----	---	-------

45. Mesocheira

<i>M. bicolor</i> (Fabricius, 1804)	8	7	1	Todo el año
-------------------------------------	---	---	---	-------------

46. Eulaema

<i>E. (Apeulaema) cingulata</i> (Fabricius, 1804)	1	1	1	Secas
<i>E. (A.) polychroma</i> (Mocsáry, 1899)	3	4	5	Todo el año
<i>E. (Eulaema) meriana</i> (Olivier, 1789)	1	—	2	Secas

47. Eufriesia

<i>E. caeruleascens</i> Lepelletier, 1841	—	—	2	Finales de secas
<i>E. mexicana</i> (Mocsáry, 1897)	9	—	4	Secas

48. Euglossa

<i>E. (E.) atroveneta</i> Dressler, 1978*	16	7	26	Todo el año
<i>E. (E.) crininota</i> Dressler, 1978*	6	1	—	Lluvias
<i>E. (E.) mixta</i> Friese, 1899	8	—	4	Lluvias
<i>E. (E.) townsendi</i> Cockerell, 1904	7	13	15	Todo el año
<i>E. (E.) tridentata</i> Moure, 1970	—	—	1	Todo el año
<i>E. (E.) variabilis</i> Friese, 1899*	11	1	4	Todo el año
<i>E. (E.) viridissima</i> Friese, 1899	83	59	132	Todo el año
<i>E. (E.)</i> sp1	6	26	4	Mediados de lluvias

49. Exaerete

<i>E. azteca</i> Moure, 1964*	—	—	1	Finales de secas
<i>E. frontalis</i> (Guérin-Meneville, 1845)*	2	—	—	Lluvias
<i>E. smaragdina</i> (Guérin-Meneville, 1845)	—	2	1	Mediados de lluvias

50. Cephalotrigona

<i>C. oaxacana</i> Ayala, 1999*	1	—	—	Todo el año
---------------------------------	---	---	---	-------------

51. Melipona

<i>M. beecheii</i> Bennett, 1835	3	1	1	Todo el año
<i>M. yucatanica</i> Camargo, Moure y Roubik, 1988*	—	—	3	Todo el año

52. Nannotrigona

<i>N. perilampoides</i> (Cresson, 1878)	6	82	26	Todo el año
---	---	----	----	-------------

53. Partamona

<i>P. bilineata</i> (Say, 1837)	26	10	6	Todo el año
---------------------------------	----	----	---	-------------

54. Plebeia

<i>P. (Plebeia) frontalis</i> (Friese, 1911)	—	18	30	Todo el año
<i>P. (P.) moureana</i> Ayala, 1999	11	2	3	Todo el año
<i>P. (P.) parkeri</i> Ayala, 1999	—	3	1	Todo el año

55. Scaptotrigona

<i>S. mexicana</i> (Guérin-Meneville, 1845)	240	224	182	Todo el año
---	-----	-----	-----	-------------

<i>S. pectoralis</i> (Dalla Torre, 1896)	63	—	—	Todo el año
56. <i>Trigona</i>				
<i>T. (Frieseomelitta) nigra</i> Cresson, 1878	21	129	52	Todo el año
<i>T. (Tetragonisca) angustula</i> (Lepelletier, 1825)	1	—	—	Todo el año
<i>T. (Trigona) fulviventris</i> Guérin, 1835	193	2	—	Todo el año
<i>T. (T.) fuscipennis</i> Friese, 1900	157	9	2	Todo el año
57. <i>Trigonisca</i>				
<i>T. pipioli</i> Ayala, 1999	1	6	12	Todo el año
<i>T. schulthessi</i> (Friese, 1900)	11	14	21	Todo el año
Total	2901	3263	854	

*Nuevo registro para Chiapas; **Nuevo registro para México, † primer registro del género en Chiapas.

495 **Figura 3.** Situación de las localidades consideradas en este estudio en la Reserva de la Biosfera
496 "La Sepultura", Chiapas.

497 **Figura 2.** Abundancia de los 10 géneros más comunes para las tres localidades.

498 **Figura 3.** Curvas de acumulación de especies ajustadas a la ecuación de Clench que incluye
499 todas las localidades y para cada una de estas.

500 **Figura 4.** Grupos funcionales de abejas por cada uso de suelo registrado. Hábitos de nidificación:
501 1-1 Agujeros en madera y oquedades, 1-2 Cavidades en árboles, 1-3 Cavidades en paredones y
502 troncos, 1-4 Madera podrida, 1-5 Nidos de hospedero, 1-6 Paredones, 1-7 ramas secas, 1-8
503 Ramas vivas gruesas, ramas muertas, agujeros en madera, 1-9 Suelo, 1-10 Suelo, paredones, 1-11
504 Suelo, paredones, ramas muertas, agujeros en madera. Recurso floral: 2-1 Néctar, 2-2 Polen,
505 Aceites, 2-3 Polen, Néctar, 2-4 Polen, Néctar y esencias. Tamaño: 3-1 Muy Grande, 3-2 Grande,
506 3-3 Mediano, 3-4 Pequeño, 3-5 Muy pequeño.

507 **Figura 5.** Grupos funcionales de abejas por cada uso de suelo registrado. Forma de vida: 1-1
508 Eusocial, 1-2 Parásita, 1-3 Solitaria, 1-4 Subsocioal. Afinidad biogeográfica: 2-1 Amplia
509 distribución, 2-2 Anfitropical, 2-3 Mesoamericana, 2-4 Neartica, 2-5 Neotropical, 2-6 Nuevo
510 Mundo, 2-7 Sonorense. Rango de vuelo: 3-1 0.1 km, 3-2 0.5 km, 3-3 1-2 km, 3-4 1-5 km, 3-5 1-
511 10 km.

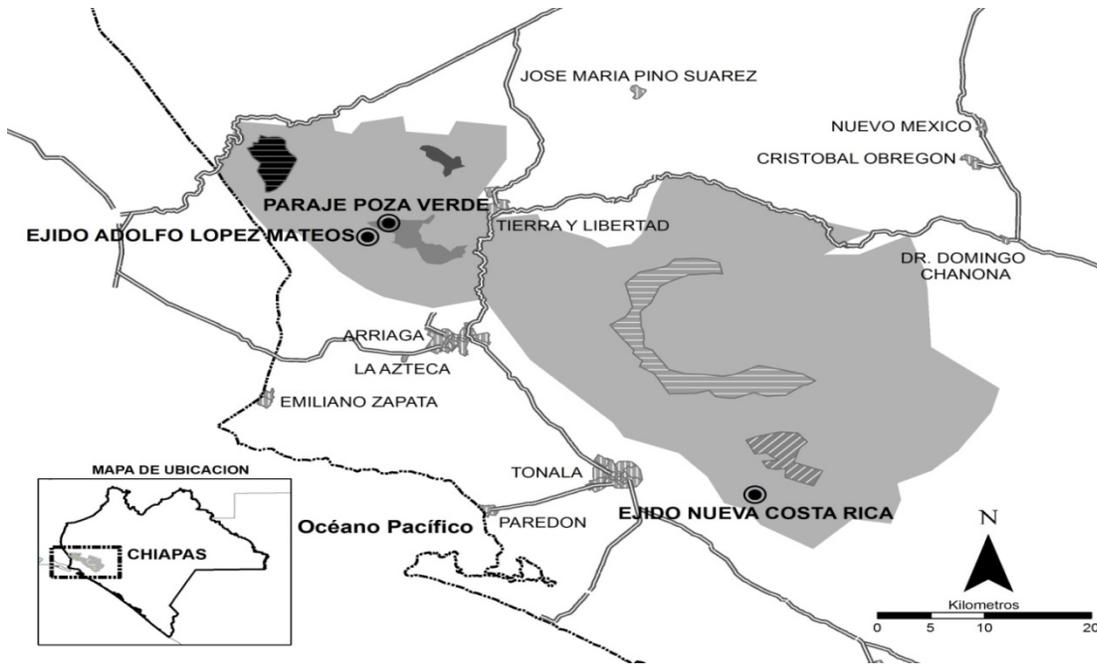


Figura 4. Situación de las localidades consideradas en este estudio en la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas.

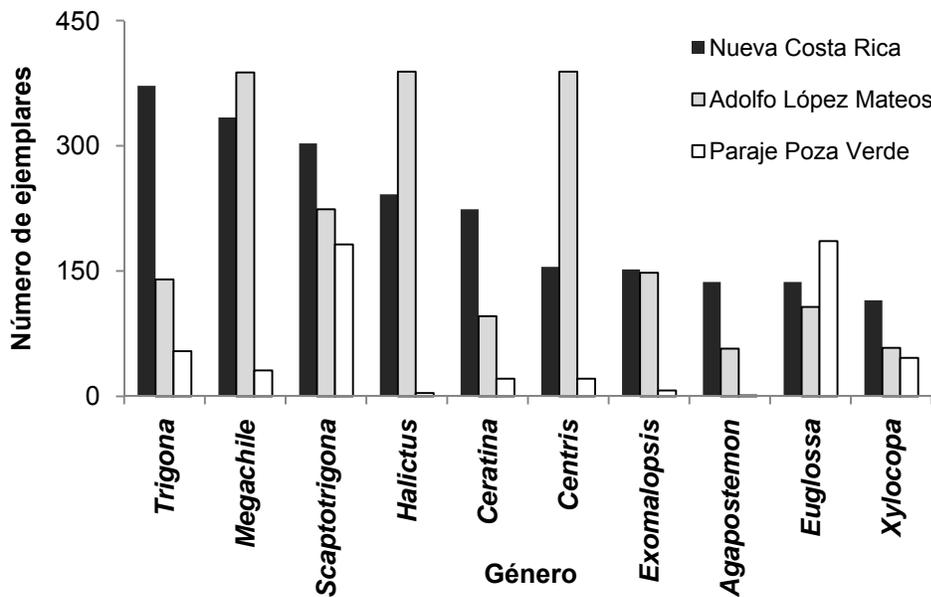


Figura 2. Abundancia de los 10 géneros más comunes para las tres localidades.

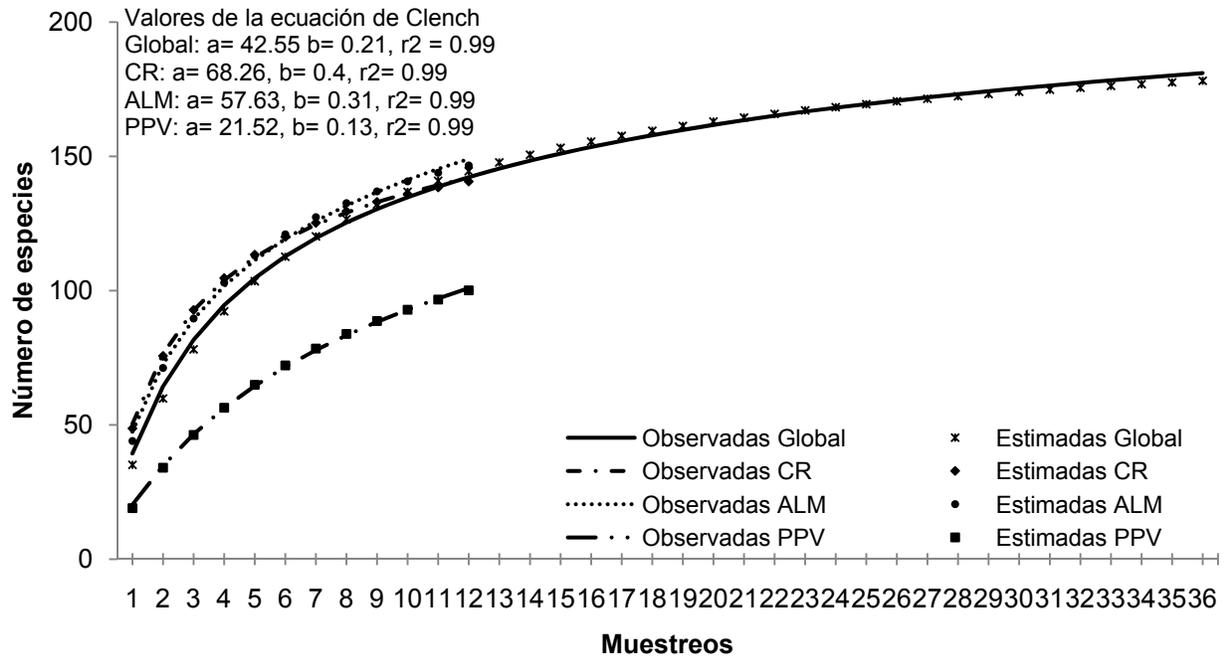


Figura 3. Curvas de acumulación de especies ajustadas a la ecuación de Clench que incluye todas las localidades y para cada una de estas.

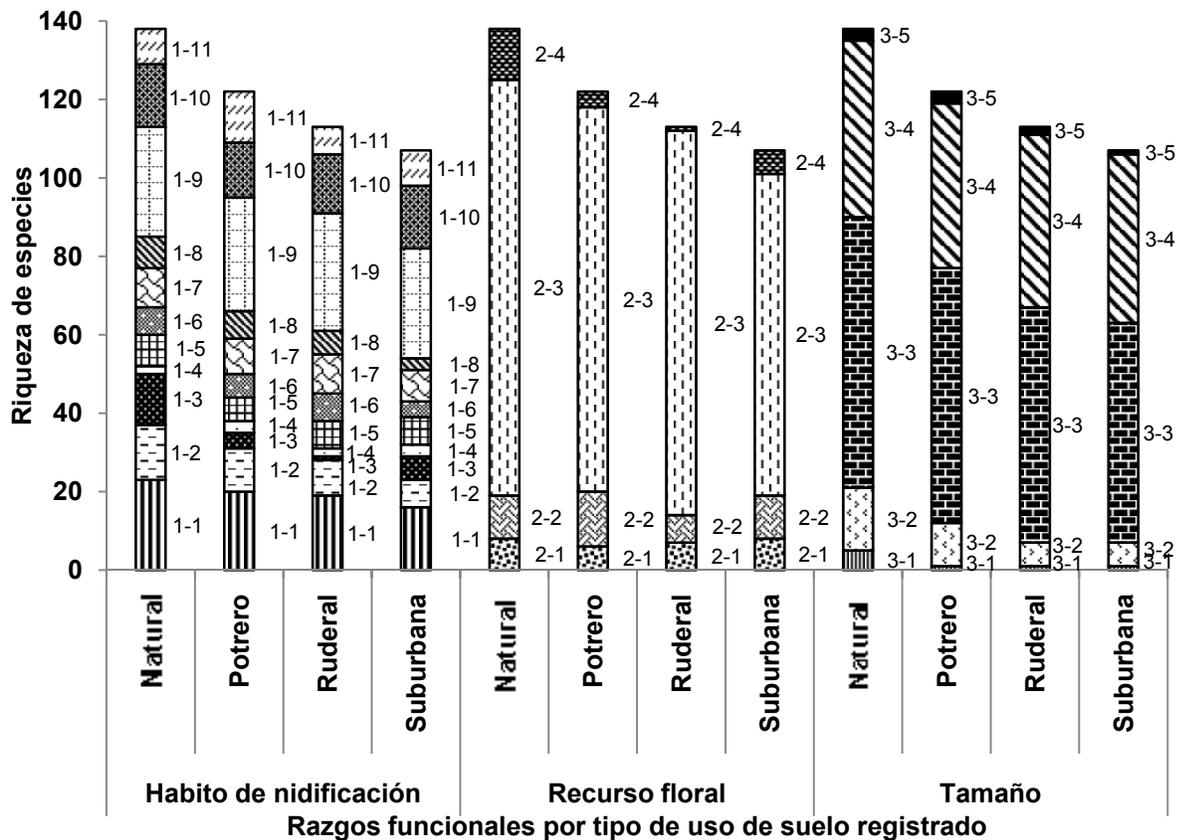


Figura 4. Grupos funcionales de abejas por cada uso de suelo registrado. Hábitos de nidificación: 1-1 Agujeros en madera y oquedades, 1-2 Cavidades en árboles, 1-3 Cavidades en paredones y troncos, 1-4 Madera podrida, 1-5 Nidos de hospedero, 1-6 Paredones, 1-7 ramas secas, 1-8 Ramas vivas gruesas, ramas muertas, agujeros en madera, 1-9 Suelo, 1-10 Suelo, paredones, 1-11 Suelo, paredones, ramas muertas, agujeros en madera. Recurso floral: 2-1 Néctar, 2-2 Polen, Aceites, 2-3 Polen, Néctar, 2-4 Polen, Néctar y esencias. Tamaño: 3-1 Muy Grande, 3-2 Grande, 3-3 Mediano, 3-4 Pequeño, 3-5 Muy pequeño.

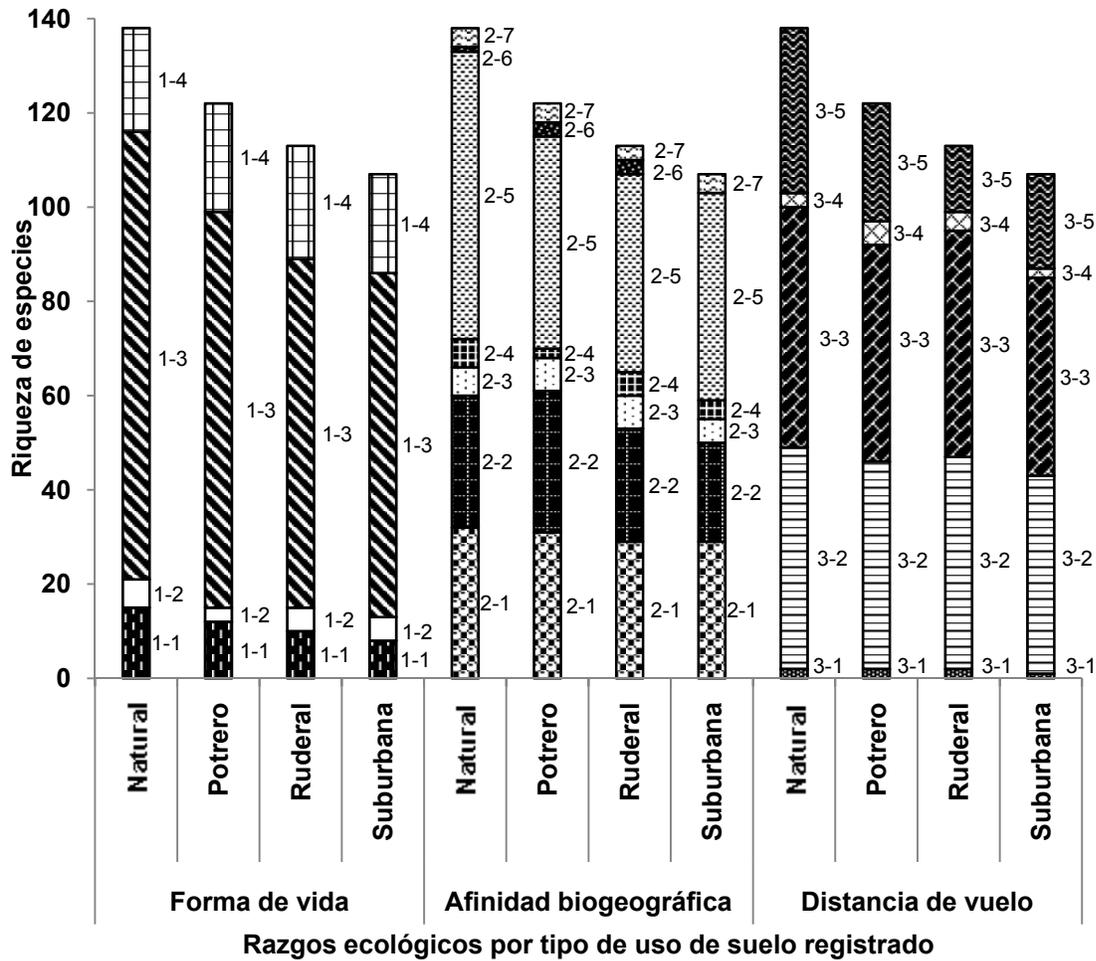


Figura 5. Grupos funcionales de abejas por cada uso de suelo registrado. Forma de vida: 1-1 Eusocial, 1-2 Parásita, 1-3 Solitaria, 1-4 Subsocial. Afinidad biogeográfica: 2-1 Amplia distribución, 2-2 Anfitropical, 2-3 Mesoamericana, 2-4 Neartica, 2-5 Neotropical, 2-6 Nuevo Mundo, 2-7 Sonorense. Rango de vuelo: 3-1 0.1 km, 3-2 0.5 km, 3-3 1-2 km, 3-4 1-5 km, 3-5 1-10 km.