

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Coordinación de Programas**

Informe Final de Proyecto de Investigación

Programa Universitario de Investigación: Recursos naturales y ambiente

Efecto de la configuración del paisaje en las comunidades de abejas (Apoidea) de tres municipios de Sacatepéquez y Chimaltenango.

Equipo de investigación: Natalia Escobedo Kenefic (Coordinadora), María José Dardón Peralta, Jessica Esmeralda López López (Investigadoras), Oscar Martínez López (Auxiliar de Investigación).

Guatemala, Noviembre de 2012

Proyecto financiado por la Dirección General de Investigación –DIGI-, cofinanciado por la Unidad de Biodiversidad del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON, y avalado por el Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas -IIQB-, USAC.

I. ÍNDICE GENERAL

Resumen	4
Introducción	5
Antecedentes	6
Justificación	8
Objetivos	9
Metodología	9
Elección y Descripción de los sitios	9
Diversidad de Abejas y Visitas florales	10
Determinación taxonomica de especímenes	11
Resultados	12
Determinación de categorías de Paisaje	12
Diversidad de abejas en cada categoria de paisaje	12
Diversidad de abejas por categoría de paisaje y por temporada	16
Riqueza y abundancia de individuos	16
Interacciones entre abejas y Plantas	21
Material Divulgativo	30
Discusión de Resultados	31
Diversidad de Abejas por Categoría de Paisaje y por temporada	32
Similitud entre sitios de muestreo	33
Conclusiones	35
Recomendaciones	36
Bibliografía	37
Anexos	40

II. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Tabla 1.	Áreas elegidas para el estudio	12
Tabla 2.	Sitios elegidos para colecta de especímenes y toma de datos.	13
Tabla 3.	Especies de abejas colectadas durante el proyecto, ordenadas taxonómicamente	14
Gráfica 1.	Abundancia de individuos colectados y riqueza de especies por categoría de paisaje.	16
Gráfica 2.	Índices de diversidad y equidad correspondientes a cada categoría de paisaje, durante la estación seca.	17
Gráfica 3.	Índices de diversidad y equidad correspondientes a cada categoría de paisaje, durante la estación lluviosa.	17
Gráfica 4.	Análisis de agrupamiento de los sitios muestreados durante la estación seca.	18
Gráfica 5.	Análisis de componentes principales de la composición de abejas colectadas en cada sitio de muestreo, durante la estación seca.	19
Gráfica 6.	Análisis de agrupamiento de los sitios muestreados durante la estación lluviosa.	
Gráfica 7.	Análisis de componentes principales de la composición de abejas colectadas en cada sitio de muestreo, durante la estación lluviosa.	21
Tabla 4.	Especies botánicas visitadas por las abejas durante la temporada seca	22
Gráfica 8.	Frecuencia de visitas a distintas familias botánicas, durante la temporada seca.	23
Gráfica 9.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Bombus ephippiatus</i> en la temporada seca	24
Gráfica 10.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Bombus wilmattae</i> en la temporada seca	24
Gráfica 11.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Ceratina sp. 2.</i> en la temporada seca	25
Gráfica 12.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Partamona bilineata.</i> en la temporada seca	25
Tabla 5.	Especies botánicas visitadas por las abejas durante la temporada lluviosa	25
Gráfica 13.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Lassioglossum sp. 2.</i> en la temporada seca	26
Gráfica 14.	Frecuencia de visitas a distintas familias botánicas, durante la temporada seca.	27
Gráfica 15.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Bombus wilmattae</i> durante la estación lluviosa.	28
Gráfica 16.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Bombus ephippiatus</i> durante la estación lluviosa.	28
Gráfica 17.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Ceratina sp. 2.</i> durante la estación lluviosa.	29
Gráfica 18.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Partamona bilineata.</i> durante la estación lluviosa.	29
Gráfica 19.	Porcentajes de especies de plantas visitadas por <i>Perdita sp.2</i> durante la estación lluviosa.	30
Afiche divulgativo		40

III. RESUMEN

La importancia de los polinizadores naturales, principalmente las abejas, para la conservación de los sistemas naturales y agrícolas, ha sido demostrada por estudios económicos y ecológicos alrededor del mundo. Ante la llamada “crisis de polinizadores” causada por el decaimiento de poblaciones de la abeja melífera *Apis mellifera*, el interés en los polinizadores nativos ha crecido considerablemente.

Dada la gran riqueza biológica de Guatemala, entre la que se incluyen las abejas, existe un gran potencial para que las agriculturas locales se beneficien de sus servicios, mientras se incentiva prácticas que ayuden a preservar la diversidad biológica y genética de las plantas cultivadas y silvestres. Sin embargo, también se ha identificado que la configuración del hábitat, y en particular su grado de fragmentación, pueden afectar negativamente la diversidad de abejas y otros polinizadores.

Este proyecto planteó la comparación de tres categorías de paisaje (bosque continuo, bosque fragmentado, áreas agrícolas o de cultivo) los cuales fueron definidos sobre la base de su grado de fragmentación y tipos de vegetación presentes. Se buscó observar patrones de variación entre la diversidad de abejas en las distintas categorías, e identificar cambios en la composición de las comunidades.

Los resultados señalan hacia dos situaciones generales: 1) Se observó diferencia en la diversidad de abejas en los distintos tipos de vegetación, siendo esta más alta en los sitios que correspondían a la categoría “fragmentada”. Esta categoría presenta una mayor heterogeneidad en composición florística pero aún conserva remanentes de bosque. 2) Se observó algún grado de agrupamiento de los sitios de muestreo, pero parece responder más a la cercanía geográfica entre ellos que a la estructura de la vegetación.

También se obtuvo un listado de plantas visitadas por las abejas (recursos florales), y se presenta la frecuencia de visitas florales de las especies de abejas más abundantes. Utilizando esta información, se elaboró un afiche informativo que presenta algunas especies son visitantes florales y posibles polinizadores de varias plantas de importancia cultural o económica en el altiplano guatemalteco.

IV. INTRODUCCIÓN

La polinización es el proceso por medio del cual el polen es transferido de la parte masculina de la planta a la parte femenina, dando lugar a la fecundación y posterior producción de frutos y semillas. Puede ocurrir por medio del viento, agua, y principalmente por animales. Las abejas son consideradas el grupo de animales más importante para la polinización, debido a la gran variedad de plantas que visitan.

En la actualidad, se ha hecho notar que este servicio ecosistémico tiene una gran importancia económica, según estudios hechos principalmente en Europa y Norte América. De hecho, en estos países se comercializan algunas especies de abejas para ser utilizadas como polinizadores de cultivos de frutales, alfalfa, tomate en invernadero, entre otros.

La presencia de poblaciones silvestres de abejas es necesaria para mantener el proceso de polinización y la diversidad genética de muchos cultivos y especies silvestres. La degradación de los hábitats, el uso de insecticidas y la pérdida de hábitats a causa de la fragmentación, son aspectos que amenazan tanto a los polinizadores comerciales como a los nativos.

Por esta razón, el conocimiento sobre las dinámicas entre polinizadores y paisaje, ayudará a plantear soluciones y planificar el manejo adecuado del paisaje y la implementación de otras prácticas que contribuyan a aminorar la crisis de polinizadores.

V. ANTECEDENTES

i. Configuración y elementos del paisaje

El concepto de configuración del paisaje implica la incorporación de distintas variables que sirven para describir su estructura y las relaciones entre sus elementos. Estas variables pueden ser, por ejemplo, la región fisiogeográfica, las áreas de los parches o elementos del paisaje, las distancias entre elementos, la elevación, y entre otros (Predick & Turner 2008).

Numerosos estudios han abordado el tema de la influencia dicha configuración del paisaje en los polinizadores nativos, y en la agricultura. Por ejemplo, se ha demostrado que ciertos productos agrícolas como el tomate o el café, mejoran su producción cuando se encuentran rodeados por parches extensos de bosques naturales, en donde habitan los polinizadores (Greenleaf y Kremen 2006, Ricketts *et al.* 2004).

ii. La polinización

La polinización es el proceso por medio del cual el polen es transferido de la parte masculina de la planta a la parte femenina, dando lugar a la fecundación y posterior producción de frutos y semillas. Puede ocurrir por medio del viento, agua, y principalmente por animales. Los insectos son el principal grupo de animales polinizadores, y entre ellos, las abejas son consideradas como los más importantes (Allen-Wardell *et al.* 1998, Buchman & Nabham 1996, Kearns *et al.* 1998).

iii. Servicios de polinización prestados por los sistemas naturales

Se conoce como servicios de polinización “silvestres” a los servicios ecosistémicos que consisten en proveer de polinizadores a los sistemas agrícolas que dependen de la polinización para su productividad. Los servicios de polinización son considerados servicios y funciones “clave” de los ecosistemas, que pueden ser fuertemente afectados por el cambio climático (FAO 2008).

iv. Importancia económica de la polinización

Este proceso tiene una gran importancia económica, por ejemplo, sólo en el año 2000 se estimó que el valor de la polinización por insectos para en los Estados Unidos fue de 20 billones de dólares, sin tomar en cuenta los productos indirectos como la leche y la carne de ganado alimentado con alfalfa (Shepherd *et al.* 2003), mientras que estimaciones más recientes la sitúan en 120 a 200 billones anuales (FAO 2006). Desde entonces, se ha trabajado ampliamente en desarrollar metodologías para estimar el valor económico de la polinización. Por otra parte, también debe considerarse que en la actualidad se comercializan algunas especies de abejas para ser utilizadas como polinizadores de cultivos de frutales, alfalfa, tomate en invernadero, entre otros (Maccagnani *et al.* 2007, Michener 2000), lo cual también tiene implicaciones económicas.

v. Efecto de estado del paisaje en diversidad de polinizadores

Recientemente, el tema del efecto del paisaje en los polinizadores y en los servicios de polinización ha sido abordado por diversos estudios, principalmente en Norteamérica (p. eje: Murren 2002). Así, frecuentemente se ha identificado la pérdida de hábitats naturales y sitios de anidamiento, como una amenaza constante a las poblaciones naturales de abejas, aunada al uso excesivo de insecticidas (Luig et al. 2005, Michener 2000, Greer 1999).

vi. Las abejas como polinizadores

La presencia de poblaciones silvestres de abejas es necesaria para mantener el proceso de polinización y la diversidad genética de muchos cultivos y especies silvestres. Las flores de ornato, la mayoría de las especies frutales, las plantas de las que se obtienen fibras (como el algodón), y varias plantas forrajeras (como la alfalfa), son polinizadas por abejas (Kevan & Phillips 2001). Asimismo, la polinización por abejas disminuye la depresión por endogamia en las plantas autóгамas, las cuales suelen ser más productivas si son polinizadas por abejas (Michener 2000).

vii. Estudios anteriores sobre diversidad de abejas en Guatemala

Distintos estudios sobre abejas nativas de Guatemala han reportado que existe una alta diversidad local dentro de este grupo. Estos estudios muestran una alta diversidad de meliponinos en los bosques tropicales (alrededor de 30 especies), sin embargo en los últimos años se ha venido encontrando una alta diversidad en grupos con organizaciones sociales más simples (como Bombini, al menos 9 especies), y en distintos grupos de abejas solitarias. La colección de Abejas Nativas de Guatemala, del Centro de Estudios Conservacionistas, cuenta actualmente con al menos 78 géneros y 376 especies de abejas (Escobedo 2011, Vasquez *et al.* 2010, Armas 2009, Rodríguez 2008, Barrientos 2008, Enríquez 2007, Marroquín 2000).

VI. JUSTIFICACIÓN

El altiplano guatemalteco, incluyendo buena parte de los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango, se caracteriza por una extensa y variada actividad agrícola que representa el principal ingreso económico para la población de la zona, mayoritariamente de la etnia Maya Kakchiquel. Entre los cultivos que se practican en esta zona, muchos son dependientes en alguna medida de la polinización por animales, especialmente abejas. Dada la importancia de la vegetación natural para las poblaciones de polinizadores, la información sobre el efecto del uso de la tierra en dichos organismos puede ser utilizada en planes de manejo que ayuden a mejorar la disponibilidad de servicios de polinización en el altiplano de Guatemala, con efectos positivos sobre la agricultura, y en consecuencia sobre las economías locales de la zona.

Por otra parte, los planes de conservación que actualmente se llevan a cabo por medio de Áreas Protegidas Municipales, como los astilleros municipales, se verán beneficiados por estudios como estos, que no solamente darán información de utilidad para la formulación de sus estrategias de conservación, sino también servirán de apoyo para evidenciar la importancia de las áreas naturales gestionadas por las comunidades, y servirán de base para sustentar la implementación de este tipo de planes de conservación en otras áreas del país.

VII. OBJETIVOS

General

Describir el efecto de la configuración del paisaje sobre las comunidades de abejas en tres municipios del altiplano de Guatemala.

Específicos

- Definir tres categorías de paisaje (mejor conservada, poco conservada y muy fragmentada), sobre la base del tamaño y forma de los parches, y de las relaciones entre los elementos de paisaje, en cada uno de los tres municipios abarcados en el estudio.
- Medir la riqueza y abundancia de especies de abejas presentes en cada categoría de paisaje.
- Comparar y evaluar la composición de las comunidades de abejas de las distintas categorías de paisaje.
- Elaborar material divulgativo a partir de los resultados obtenidos.

VIII. METODOLOGÍA

a. Elección y descripción de los sitios

Se eligió 18 sitios dentro del área comprendida entre los municipios elegidos para el estudio para la temporada seca, y 19 para la temporada lluviosa. Se procuró que los sitios elegidos fueran iguales a los de la temporada seca, cercanos geográficamente, o equivalentes (Tablas 1 y 2). Los elegidos para cada temporada fueron divididos equitativamente, en la medida de lo posible, entre localidades que presentaran extensiones continuas de vegetación natural, que presentaran un grado intermedio de fragmentación, y que presentaran poco o nada de remanentes de vegetación natural (agrícolas).

Los sitios fueron elegidos con los siguientes criterios:

- Área de los sitios: Los sitios deben abarcar un área suficientemente grande para permitir que las colectas se realicen a un radio mínimo de 2 Km, a partir de los parches de vegetación natural. Esta distancia se utiliza como base por ser el rango de vuelo aproximado para abejas grandes, como las del género *Bombus* (Macdonald 2003). En caso de existir sitios sin parches de vegetación natural (en la categoría “más fragmentada”), se definió según el área elegida para las otras categorías de paisaje.

- Proporción de vegetación natural presente en cada sitio: Para la elección de los sitios de colecta, se tomó en cuenta el área de vegetación natural presente en cada uno de ellos. Para esto se utilizó imágenes satelitales digitalizadas proporcionadas por MAGA (2006).

b. Diversidad de abejas y visitas florales

- Colecta de especímenes

Se llevó a cabo colectas entomológicas en cada sitio seleccionado. Se realizó dos series de colectas durante el año, una durante la estación seca (febrero a abril) y una durante la estación lluviosa (junio y julio). Cada evento de muestreo, en cada sitio, consistió en un esfuerzo de colecta de 4 horas.

Las colectas se realizaron utilizando redes entomológicas. Posteriormente los insectos fueron introducidos dentro de una cámara letal que contiene cianuro de potasio. Luego fueron almacenados en botes plásticos, dentro del cual se colocará una etiqueta de papel bond rotulada con marcadores, conteniendo los datos de colecta de los especímenes. Al terminar la colecta los especímenes se conservarán en refrigeración hasta el día de montaje.

- Registro de interacciones:

Se registró las interacciones entre las distintas especies de abejas y las plantas que visitan, tomando muestras de especímenes botánicos de las plantas que las abejas visitaron al momento de ser colectadas, para su posterior identificación taxonómica. Cada espécimen de abeja colectado fue clasificado según la planta que visitó.

- Montaje, etiquetado y curación de especímenes

El montaje de abejas consiste en atravesar los especímenes con alfileres entomológicos No 2, a la altura del escutelo (tórax). Con ayuda de pinzas entomológicas se adecúa el espécimen, colocando de forma estética los tres pares de patas, el aparato bucal, las alas y las antenas, ya que estos son caracteres vitales en la determinación taxonómica.

Las etiquetas que contienen la información de colecta de cada espécimen fueron elaboradas electrónicamente, utilizando el paquete informático Excel. Luego fueron impresas en papel libre de ácido, que ayuda a impedir el deterioro de las etiquetas. Una vez etiquetados, los especímenes fueron colocados en cajas de cartón con espuma de polietileno y éstas dentro de cajas entomológicas de

madera, las cuales a su vez se guardan dentro de un mueble de metal hermético. Los especímenes fueron incluidos dentro de la colección de Abejas de Guatemala, ubicada en el Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-.

La curación de los especímenes consiste en la introducción periódica de un trozo de pastilla sanitaria que contiene p-diclorobenceno en las cajas entomológicas, con el objetivo de evitar el crecimiento de hongos y ácaros que deterioren los especímenes.

- Determinación taxonómica de especímenes

La determinación taxonómica de abejas se realizó utilizando claves taxonómicas específicas del grupo, analizando características morfológicas con la ayuda de un estereoscopio. Al ser determinadas, fueron agrupadas por especies, y a cada una se colocó una etiqueta de papel libre de ácido con el nombre de la especie (nombre científico) impreso y el nombre del determinador y la fecha escritos con rapidógrafo 0.1mm.

Al igual que la curación de especímenes, la identificación taxonómica de los mismos se llevó a cabo en las instalaciones y utilizando equipo de la Unidad de Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad, del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-.

- Digitalización de datos

La información de cada espécimen fue ingresada en la base de datos de la colección de Abejas Nativas de Guatemala (Centro de Estudios Conservacionistas), para facilitar su posterior análisis y disponibilidad.

- Análisis de la información

- Estadística descriptiva: Para describir la riqueza y abundancia de insectos en cada categoría de paisaje se utilizó gráficas de barras y de líneas.
- Diferencias en la diversidad de abejas: se comparó la diversidad de visitantes florales en las distintas categorías de paisaje por medio de índices de diversidad (Shannon-Weiner, Equidad). Los índices se calcularon utilizando una hoja de cálculo de Excel.
- 6.2.2. Se identificó las diferencias en las composiciones de las comunidades de abejas por medio de medidas de similitud (Morisita), y análisis multivariados (análisis de componentes principales). Las gráficas para estos análisis se elaboraron en el paquete estadístico gratuito Past (versión 2.17b).

IX. RESULTADOS

a. Definición de categorías de paisaje

Utilizando mapas de uso de la tierra (MAGA 2006), se eligió áreas circulares de 2 km de diámetro. Utilizando el programa ArcGis (ArcMap 9.4) se extrajo las proporciones de uso de la tierra en cada área. Se definió las áreas según los siguientes criterios:

- Categoría “Bosque”: 50% o más de área boscosa continua.
- Categoría “Fragmentado”: 20-50% de áreas boscosas fragmentadas.
- Categoría “Agrícola”: 0-20% de áreas boscosas.

Las áreas elegidas se muestran en la tabla 1. Dentro de las áreas elegidas, se buscó las localidades de colecta, tomando en cuenta aspectos como accesibilidad y seguridad de los investigadores, siempre considerando que cumplieran con las condiciones requeridas por los objetivos del proyecto. Las localidades elegidas están resumidas en la tabla 2.

Tabla 1. Áreas elegidas para el estudio, según sus características de estado de conservación de las áreas de vegetación natural.

Área	Municipio	Estado del bosque	Área de bosque %	Categoría asignada
Bosque B'alám Juyú	Patzún	Bosque continuo	67%	Bosque
Astillero El Rejón	Sumpango	Continuo/Fragmentado	65%	Bosque
El Sitio	Patzún	Fragmentos heterogéneos	47%	Fragmentado
San José Yalú	Sumpango	Fragmentos heterogéneos	32%	Fragmentado
Recta de Patzicía	Patzicía	Altamente fragmentado	18%	Agrícola
Santa Cruz Balanyá	Patzicía	Altamente fragmentado	5%	Agrícola

b. Diversidad de abejas en cada categoría de paisaje

i. Diversidad taxonómica registrada

Se colectó, curó, etiquetó y determinó taxonómicamente un total de 1423 especímenes de abeja. A partir de esta información se generó un listado de 51 especies, las que se distribuyen en 28 géneros y 5 familias (ver tabla 3). Muchas de las especies fueron identificadas como morfoespecies debido a que no se disponen de claves taxonómicas que permitan su reconocimiento. Las familias Halictidae y Apidae son las familias más abundantes y la familia Megachilidae es la menos representada, con solamente una especie. La mayoría de abejas presentan hábito solitario y cerca del 20% (10 especies) son abejas con algún grado de sociabilidad. Más del 80% de las abejas colectadas fueron capturadas

visitando especies vegetales en flor y el resto se atraparon en vuelo. Del total de ejemplares identificados, el 80% corresponden a hembras y el resto a machos.

Tabla 2. Sitios elegidos para colecta de especímenes y toma de datos. Algunas de las localidades fueron muestreadas tanto en la temporada seca como en la lluviosa, otras fueron muestreadas únicamente durante una de las temporadas.

Sitio	Categoría Asignada	Municipio	Temporada
ICTA Chimaltenango	Agrícola	Chimaltenango	Lluviosa
Aldea El Camán	Agrícola	Patzicía	Seca/Lluviosa
Chirijuyú	Agrícola	Patzicía	Seca/Lluviosa
Cruce a La Canoa	Agrícola	Patzicía	Lluviosa
Finca Victoria	Agrícola	Patzicía	Lluviosa
Plan recta de Patzicía	Agrícola	Patzicía	Seca/Lluviosa
Santa Cruz Balanyá	Agrícola	Patzicía	Seca
Aldea Santa Marta	Agrícola	Sumpango	Lluviosa
Aldea Cojobal	Bosque	Patzún	Seca/Lluviosa
Balám Juyú punto 1	Bosque	Patzún	Seca
Balám Juyú punto 2	Bosque	Patzún	Seca/Lluviosa
San Lorenzo	Bosque	Patzún	Seca/Lluviosa
Bosque El Rejón	Bosque	Sumpango	Seca
Chiponquín	Bosque	Sumpango	Seca/Lluviosa
Entrada a Astillero	Bosque	Sumpango	Lluviosa
Hogar Shalom	Bosque	Sumpango	Lluviosa
Rejón (entrada a Chiponquín)	Bosque	Sumpango	Lluviosa
El Sitio	Fragmentado	Patzún	Lluviosa
Aldea el Rejón	Fragmentado	Sumpango	Seca
Carretera a El Rejón	Fragmentado	Sumpango	Seca/Lluviosa
Aldea Las Flores	Fragmentado	Sumpango	Lluviosa
Cerca de Hogar Ana Vitello	Fragmentado	Sumpango	Seca/Lluviosa
Manzanal	Fragmentado	Sumpango	Seca/Lluviosa
San José Yalú	Fragmentado	Sumpango	Seca/Lluviosa
Guachipilín	Fragmentado	Sumpango	Seca/Lluviosa

Fuente: Trabajo de campo. Localización exacta y fechas de colecta en cada localidad en anexos.

Tabla 3. Especies de abejas colectadas durante el proyecto, ordenadas taxonómicamente.

Familia Colletidae		Tribu Augochlorini	
Subfamilia Colletinae		Augochlora	
Tribu Colletini			<i>Augochlora sp. 1</i>
Colletes		Augochlorella	<i>Augochlorella sp. 1</i>
	<i>Colletes sp. 1</i>	Augochloropsis	Augochloropsis sp. 1
	<i>Colletes sp. 2</i>	Neocorynura	<i>Afin a Neocorynura</i>
	<i>Colletes sp. 3</i>		
	<i>Colletes sp. 4</i>		
Familia Andrenidae		Familia Megachilidae	
Subfamilia Panurginae		Subfamilia Megachilinae	
Tribu Perdolini		Tribu Megachilini	
Perdita		Megachile	
	<i>Perdita sp. 1</i>		<i>Megachile sp. 1</i>
	<i>Perdita sp. 2</i>		
	<i>Perdita sp. 3</i>		
	<i>Perdita sp. 4</i>		
Familia Halictidae		Familia Apidae	
Subfamilia Halictinae		Subfamilia Xylocopinae	
Tribu Halictini		Tribu Xylocopini	
Agapostemon		Xylocopa	
	<i>Agapostemon sp. 1</i>		<i>X. (Xylocopa) tabaniformes Sm.</i>
	<i>Agapostemon sp. 2</i>		1854
Lasioglossum		Tribu Ceratini	
	<i>Lasioglossum sp. 1</i>	Ceratina	
	<i>Lasioglossum sp. 2</i>		<i>Ceratina sp. 1</i>
	<i>Lasioglossum sp. 3</i>		<i>Ceratina sp. 2</i>
	<i>Lasioglossum sp. 4</i>		<i>Ceratina sp. 3</i>
	<i>Lasioglossum sp. 5</i>		<i>Ceratina sp. 4</i>
	<i>Lasioglossum sp. 6</i>		<i>Ceratina sp. 5</i>
	<i>Lasioglossum sp. 7</i>		<i>Ceratina sp. 6</i>
	<i>Lasioglossum sp. 8</i>		<i>Ceratina sp. 7</i>
	<i>Lasioglossum sp. 9</i>		<i>Ceratina sp. 8</i>
Sphecodes		Subfamilia Apinae	
	<i>Sphecodes sp. 1</i>	Tribu Exomalopsis	
		Exomalopsis	
			<i>Exomalopsis sp. 1</i>
		Tribu Tetrapedini	
		Coelioxoides	
			<i>Afin a Coelioxoides</i>

Tribu Eucerini

Peponapis

Peponapis apiculata (Cresson, 1878)*Peponapis limitaris* (Cockerell, 1906)

Thygater

*Thygater sp. 1***Tribu Anthophorini**

Anthophora

*Anthophora sp. 1***Tribu Centridini**

Centris

*Centris sp. 1***Tribu Bombini**

Bombus

B. (Thoracobombus) mexicanus Cr., 1878*B. (Psythyrus) variabilis* (Cr., 1872)*B. (Pyrobombus) ephippiatus* Say, 1837*B. (P.) wilmattae* Ckll., 1912**Tribu Meliponini**

Melipona

Melipona beecheii Bennett, 1831

Partamona

P. bilineata (Say, 1837)

Plebeia

Plebeia sp. 1

Tetragonisca

T. angustula (Latreille, 1811)

Trigona

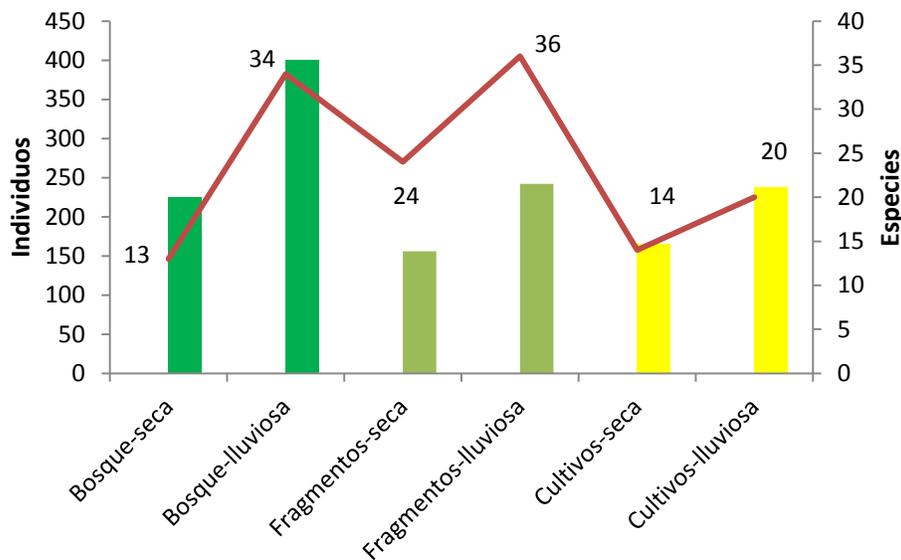
T. acapulconis Strand, 1919*T. fulviventris* Guérin-Méneville, 1845

Fuente: Especímenes colectados durante el proyecto.

ii. Diversidad de abejas por categoría de paisaje y por temporada

- Riqueza y abundancia de individuos

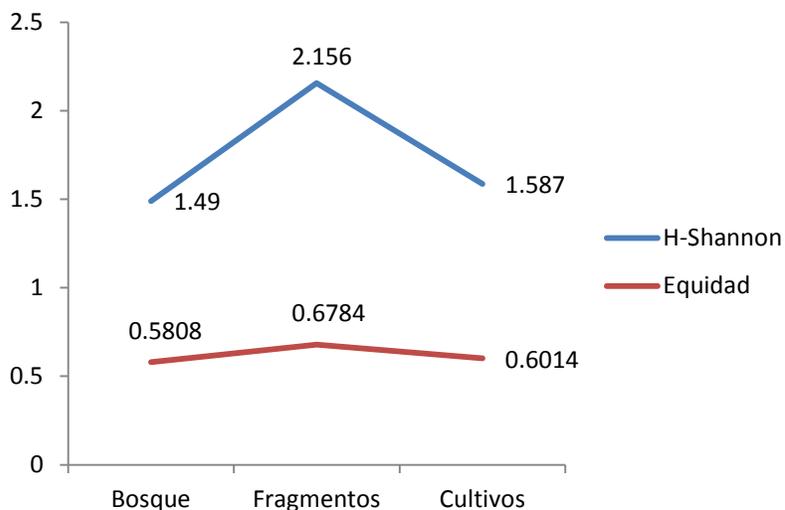
La categoría de paisaje que presentó una mayor riqueza de especies, tanto en la temporada seca como lluviosa fue la “fragmentada”, con 24 y 36 especies respectivamente (gráfica 1). Sin embargo, durante la estación seca la categoría “Bosque” fue la que presentó una mayor abundancia de individuos colectados (225). Durante la temporada lluviosa, la riqueza de las categorías “bosque” y “fragmentada” mostraron riquezas similares, mayores a todas las registradas durante la temporada seca, y a la de la categoría “cultivos” (agrícola).



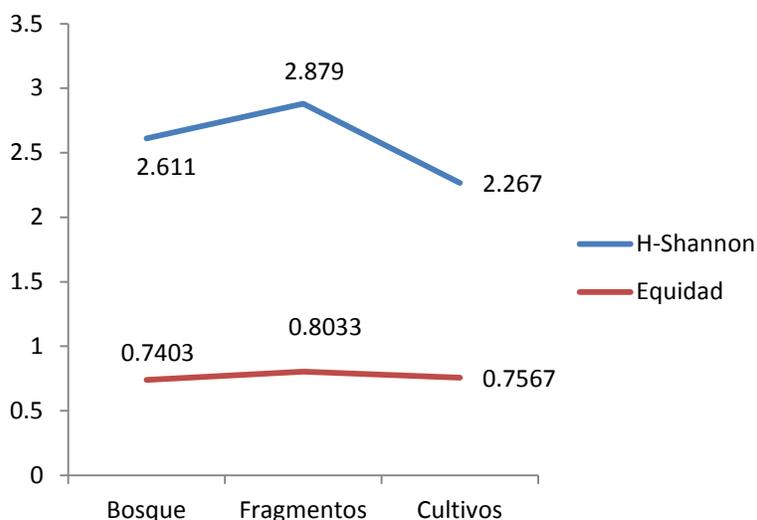
Gráfica 1. Abundancia de individuos colectados (barras) y riqueza de especies (línea) por categoría de paisaje.

- Medidas de diversidad

Se calculó índices de diversidad (Shannon-Weiner) y equidad para cada categoría de paisaje, durante cada temporada del año (seca y lluviosa). En ambas temporadas la mayor diversidad corresponde a la categoría “fragmentada”, mientras que la equidad mostró valores similares en las tres categorías, pero fueron mayores durante la temporada lluviosa (gráficas 2 y 3).



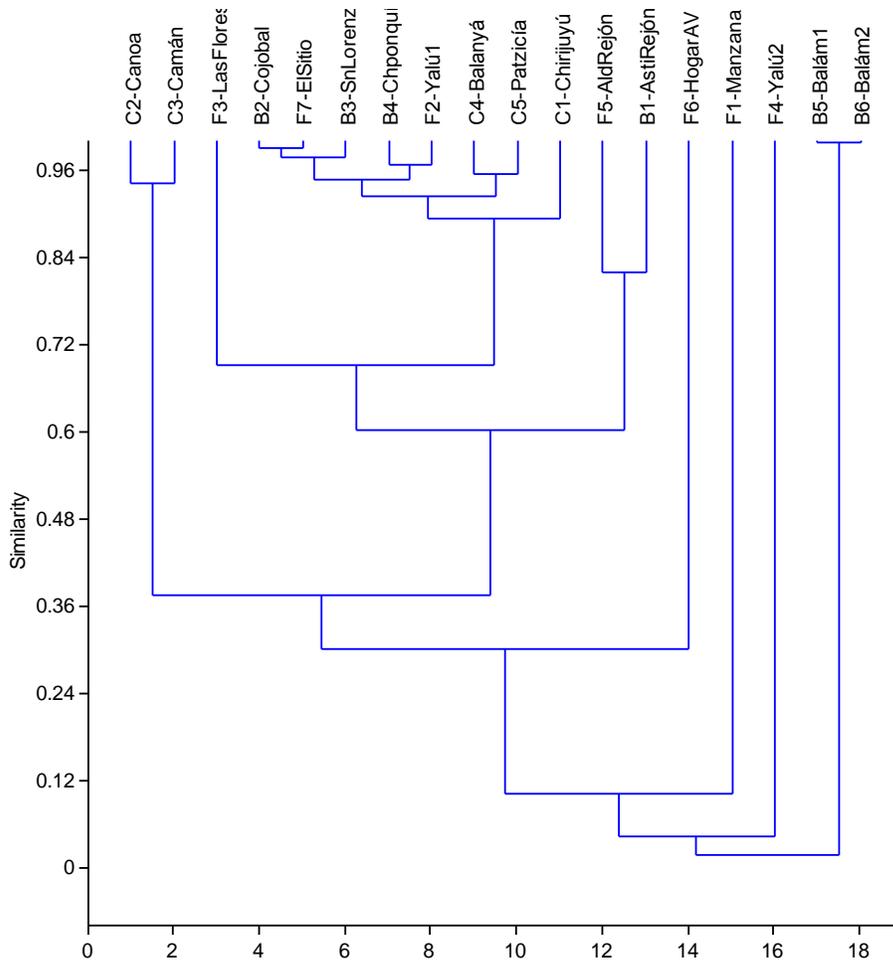
Gráfica 2. Índices de diversidad y equidad correspondientes a cada categoría de paisaje, durante la estación seca.



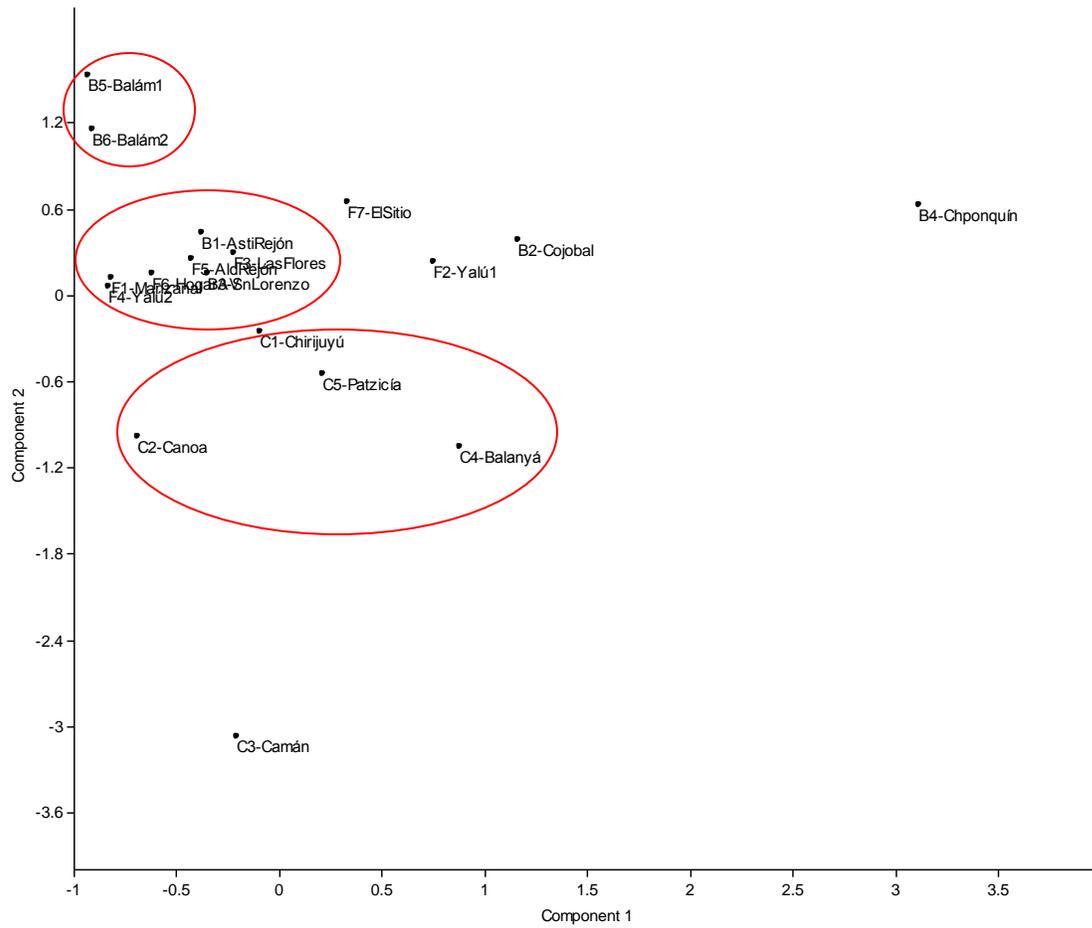
Gráfica 3. Índices de diversidad y equidad correspondientes a cada categoría de paisaje, durante la estación lluviosa.

- Similitud entre los sitios de muestreo

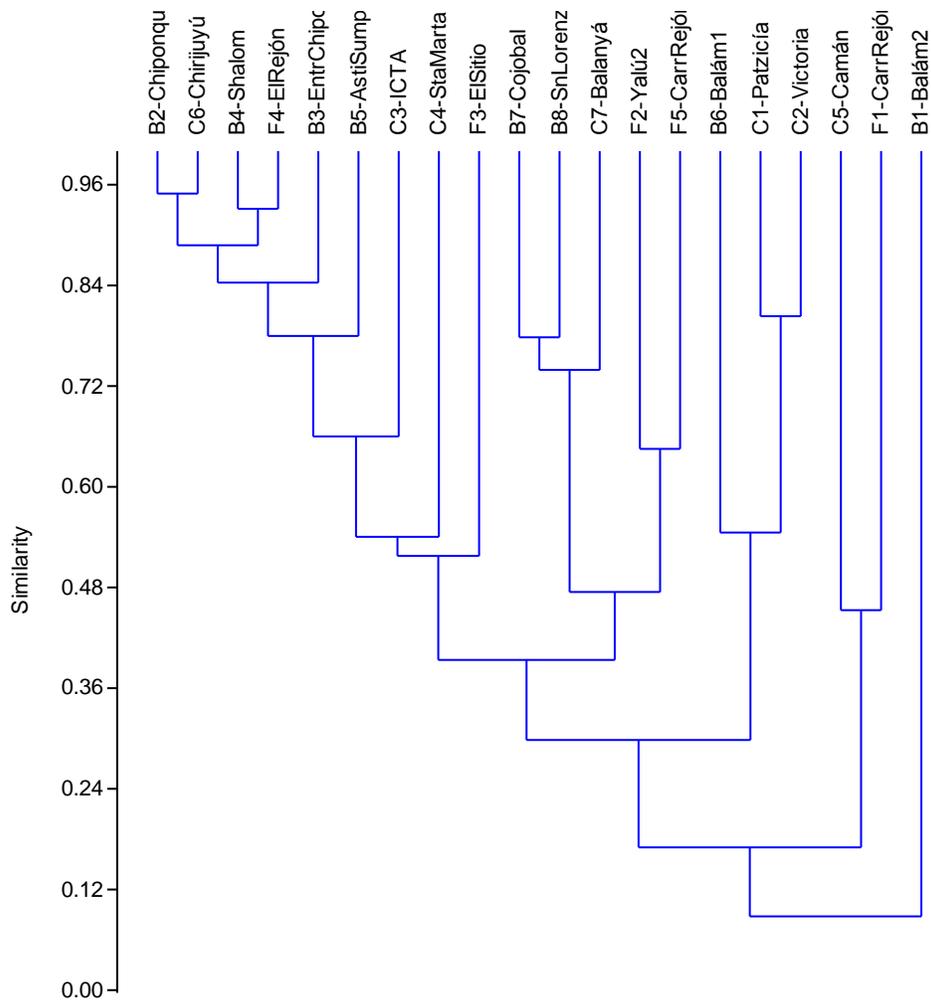
Para cada temporada, se realizó un análisis de similitud utilizando la medida de Morisita (gráficas 4 y 6). Para buscar patrones que ayuden a explicar las similitudes y diferencias entre las comunidades de abejas de los distintos sitios de muestreo, se realizó análisis de componentes principales para ambas temporadas (gráficas 5 y 7).



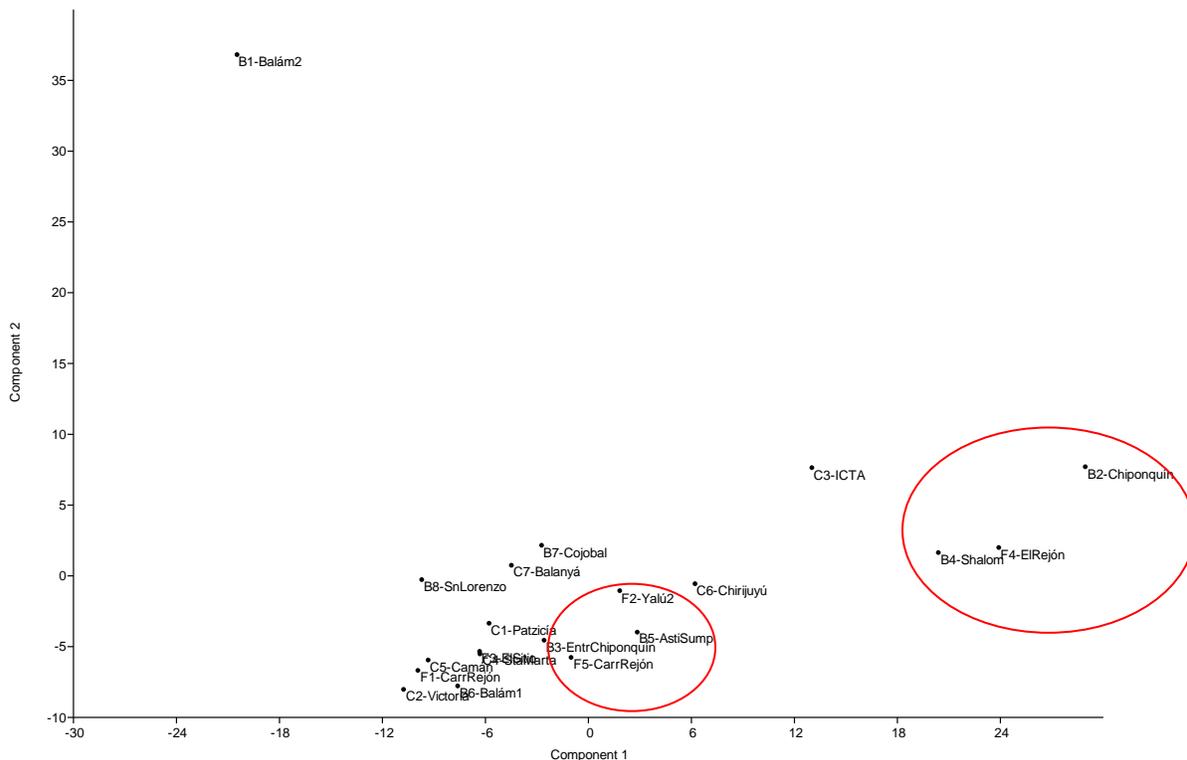
Gráfica 4. Análisis de agrupamiento de los sitios muestreados durante la estación seca. La primera letra del nombre de los sitios identifica la categoría a la que fueron asignados: B=bosque, F=fragmentado, C=cultivos (agrícola).



Gráfica 5. Análisis de componentes principales (componente 1: eigenvalue= 334.5, 77.4% de la varianza, componente 2: eigenvalue= 37.7, 8.7% de la varianza) de la composición de abejas colectadas en cada sitio de muestreo, durante la estación seca. Las elipses agrupan áreas que presentan cercanía geográfica.



Gráfica 6. Análisis de agrupamiento de los sitios muestreados durante la estación lluviosa. La primera letra del nombre de los sitios identifica la categoría a la que fueron asignados: B=bosque, F=fragmentado, C=cultivos (agrícola).



Gráfica 7. Análisis de componentes principales (componente 1: eigenvalue= 161.4, 40.1% de la varianza, componente 2: eigenvalue= 96.4, 24.4% de la varianza) de la composición de abejas colectadas en cada sitio de muestreo, durante la estación lluviosa. Los elipses agrupan áreas que presentan cercanía geográfica.

iii. Interacciones entre abejas y plantas

- Identificación de especies botánicas visitadas por las abejas en época seca

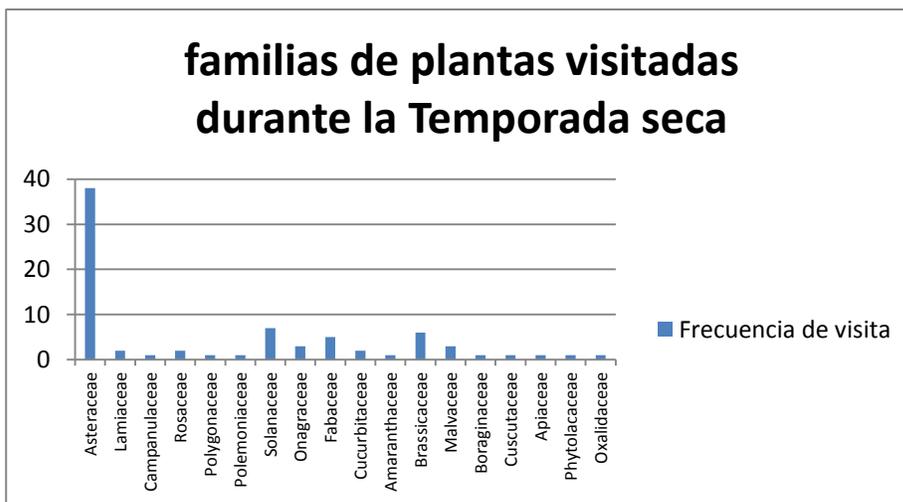
Se registró visitas florales por parte de abejas a 52 especies de plantas, dentro de 18 familias botánicas (tabla 4). La familia más representada fue Asteraceae (38 especies) (Gráfica 8). De las 18 familias de especies de plantas visitadas por las abejas, la familia Asteraceae fue la que presentó mayor frecuencia de visitas con al menos 38 géneros de plantas visitadas, seguido por la familia Solanaceae, Fabaceae y Brassicaceae.

Tabla 4. Especies botánicas visitadas por las abejas durante la temporada seca.

Familia	Especie
Amarantaceae	<i>Iresine calea (Ibáñez) Standl.</i>
Apiaceae	<i>Arracacia bracteata J.M. Coult. et Rose</i>
Asteraceae	<i>Ageratina SP</i>
Asteraceae	<i>Archibacharis sp.</i>
Asteraceae	<i>Barkleyanthus salicifolius (Kunth) H. Rob. & Brettell</i>
Asteraceae	<i>Bidens sp.</i>
Asteraceae	<i>Calea integrifolia (D.C.) Hmsl.</i>
Asteraceae	<i>Cirsium radians Benth.</i>
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>
Asteraceae	<i>Eupatorium SP.</i>
Asteraceae	<i>Fleischmannia SP</i>
Asteraceae	<i>Gnaphalium sp.</i>
Asteraceae	<i>Lasianthea fruticosa K. m. Becker</i>
Asteraceae	<i>Podachaenium eminens (Lag.) Sch. Bip.</i>
Asteraceae	<i>Roldana sp.</i>
Asteraceae	<i>Simsia sanguinea A. Gray.</i>
Asteraceae	<i>Simsia sp.</i>
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale L.</i>
Asteraceae	<i>Tithonia sp.</i>
Asteraceae	<i>Trixis inula Crantz.</i>
Asteraceae	<i>Vernonia SP.</i>
Boraginaceae	<i>Wigandia urens (Ruiz & Pav.) Kunth</i>
Brassicaceae	<i>Brassica rapa L.</i>
brassicaceae	<i>Capsela bursa-pastoris Moench</i>
Brassicaceae	<i>Raphanus sp.</i>
brassicaceae	<i>Brassica sp.</i>
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora kunth.</i>
cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i>
Cuscutaceae	<i>Cuscuta sp.</i>
Fabaceae	<i>Dalea sp.</i>
Fabaceae	<i>Phaseolus sp. 1</i>
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>
Fabaceae	<i>Phaseolus sp 2.</i>
Fabaceae	<i>Pisum sp.</i>
Lamiaceae	<i>Hyptis urticoides Kunth</i>
Polemoniaceae	<i>Loeselia glandulosa (CV.) G. Don.</i>
Malvaceae	<i>Abutilon sp.</i>
Malvaceae	<i>Malvastrum ribifolium (Schltdl.) Hmsl.</i>
Malvaceae	<i>Neobrittonia acerifolia (G. Don)Hochr.</i>
Onagraceae	<i>Fuchsia paniculata Lindl.</i>

Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i> Cav.
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.
Phytolacaceae	<i>Phytolacca icosandra</i> L.
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.
Rosaceae	<i>Crataegus</i> sp.
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.
Solanaceae	<i>Physalis</i> sp.
solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.
solanaceae	<i>Solanum Hartwegii</i> Benth
Solanaceae	<i>Witheringia stramoniiifolia</i> Kunth

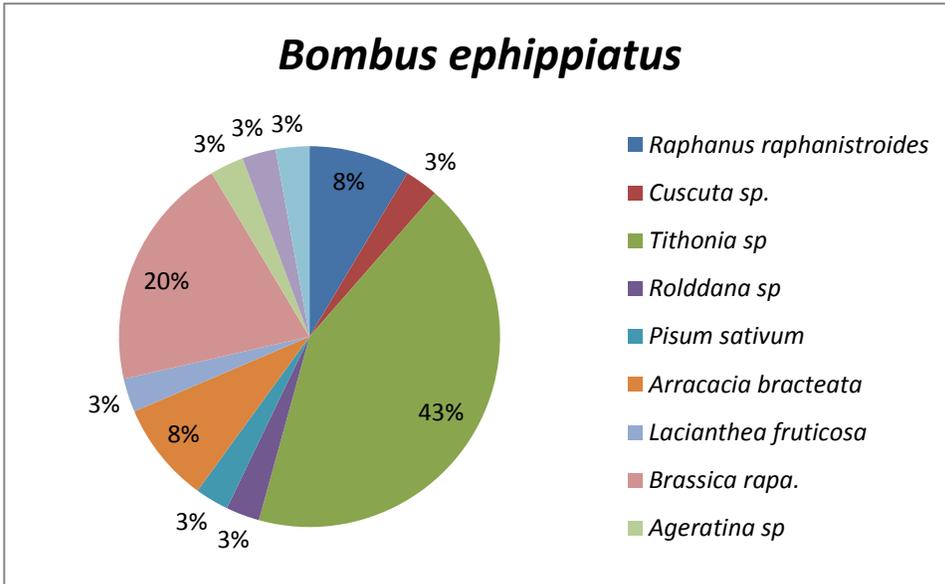
Fuente: DIGI



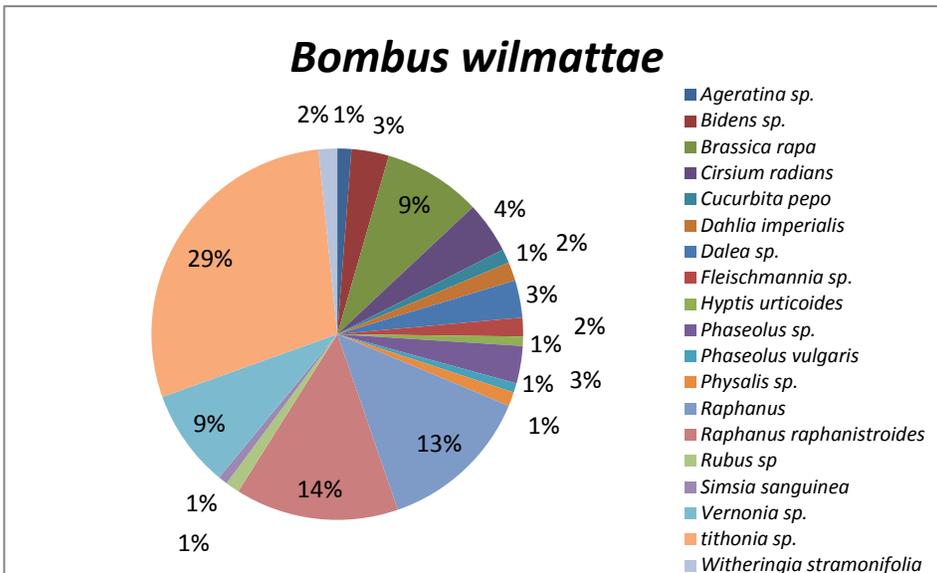
Gráfica 8. Frecuencia de visitas a distintas familias botánicas, durante la temporada seca.

Se registró la frecuencia de visitas por *Bombus ephippiatus* a las distintas especies de plantas. De un total de 11 especies botánicas visitadas, las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Tithonia* sp. (43%) y *Brassica rapa* (20%) (gráfica 9). De *Bombus wilmattae*, se registró un total de 19 especies botánicas visitadas (gráfica 10), las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Tithonia* sp. (29%), *Raphanus raphanistroides* (14%).

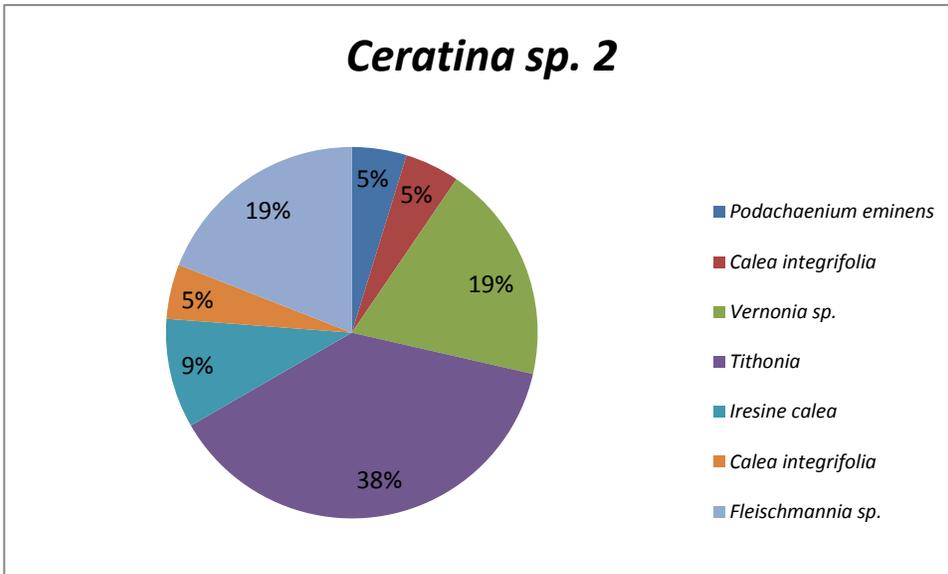
De un total de 7 especies botánicas visitadas por *Ceratina* sp. 2 (gráfica 11), las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Tithonia* sp. (38%), *Fleischmannia* sp. (19%), *Vernonia* sp. (19%). *Partamona bilineata* visitó un total de 10 especies botánicas (gráfica 12), las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Podochaenium eminens*. (27%), *Calea integrifolia* (24%), *Ageratina* sp. (16%).



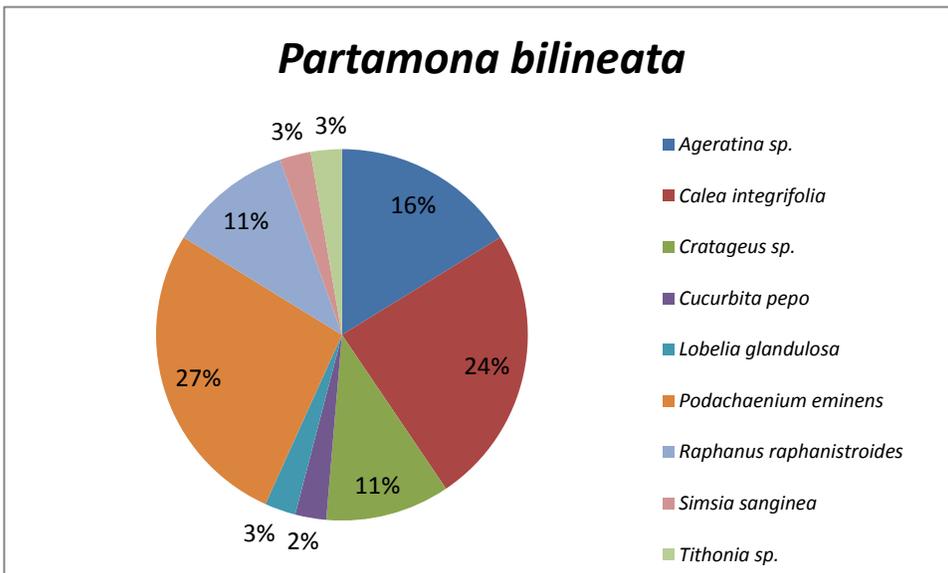
Gráfica 9. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Bombus ephippiatus*. Se muestran las familias que presentaron el 3% o más del total de especies registradas.



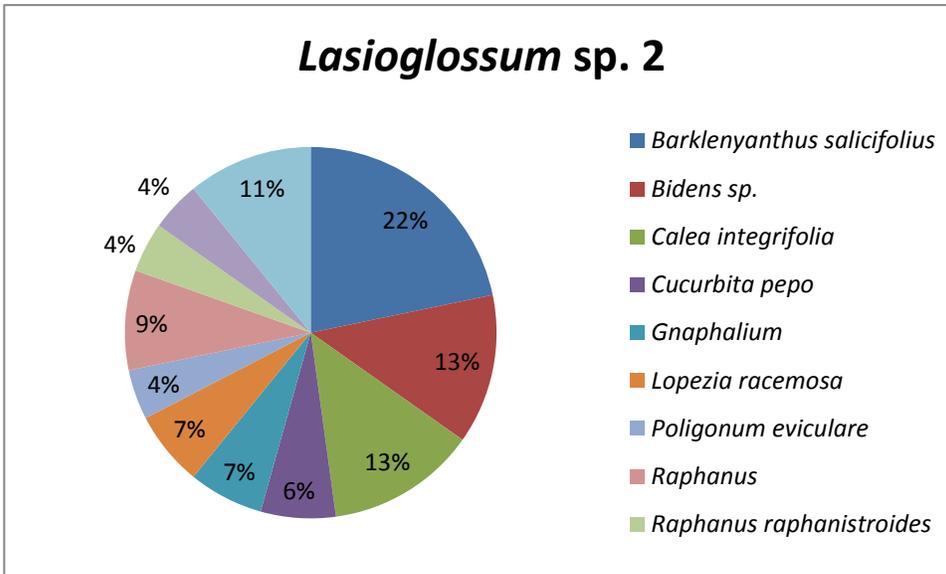
Gráfica 10. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Bombus wilmattae*. Se muestran las familias que presentaron el 1% o más del total de especies registradas.



Gráfica 11. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Ceratina sp. 2*. Se muestran las familias que presentaron el 5% o más del total de especies registradas.



Gráfica 12. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Partamona bilineata*. Se muestran las familias que presentaron el 2% o más del total de especies registradas.



Gráfica 13. Frecuencia de visita por *Lasioglossum* sp 2. a las distintas especies de plantas. De un total de 20 especies botánicas visitadas, las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Barkleyanthus salicifolius* (22%), *Calea integrifolia* (13%), *Bidens* sp. (13%).

- Identificación de especies botánicas visitadas por las abejas en época lluviosa.

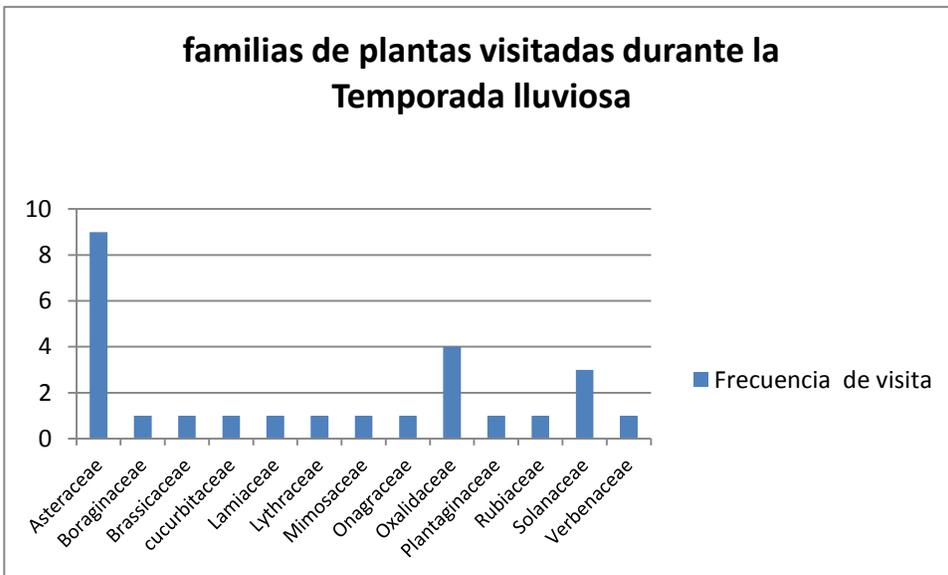
Durante la temporada lluviosa se registraron visitas florales por parte de las abejas a 26 especies de plantas distribuidas dentro de 13 familias (tabla 5, gráfica 14).

Tabla 5. Especies botánicas visitadas por las abejas durante la temporada lluviosa.

Familia	Especie
Asteraceae	<i>Spilanthes americana</i> Hieron.
Asteraceae	<i>Bidens</i> sp.
Asteraceae	<i>Bidens bicolor</i> Greemn.
Asteraceae	<i>Garcilassa</i> sp.
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.
Asteraceae	<i>Galinsoga urticaefolia</i> (Kunth) Benth.
Asteraceae	<i>Galinsoga urticaefolia</i> (Kunth) Benth.
Asteraceae	<i>Erigeron</i> sp.
Asteraceae	<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth
Boraginaceae	<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i>
Cucurbitaceae	<i>Sechium</i> sp.
Lamiaceae	<i>Priva mexicana</i> (L.) Pers.
Lythraceae	<i>Cuphea cyanea</i> DC
Mimosaceae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.

Onagraceae	<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.
Plantaginaceae	<i>Veronica</i> sp.
Rubiaceae	<i>Galium mexicanum</i> Kunth.
Solanaceae	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L. Gentry
Solanaceae	<i>Physalis angustiphysa</i>
Solanaceae	<i>Witheringia stramonifolia</i> Kunth
Verbenaceae	<i>Lantana hispida</i>

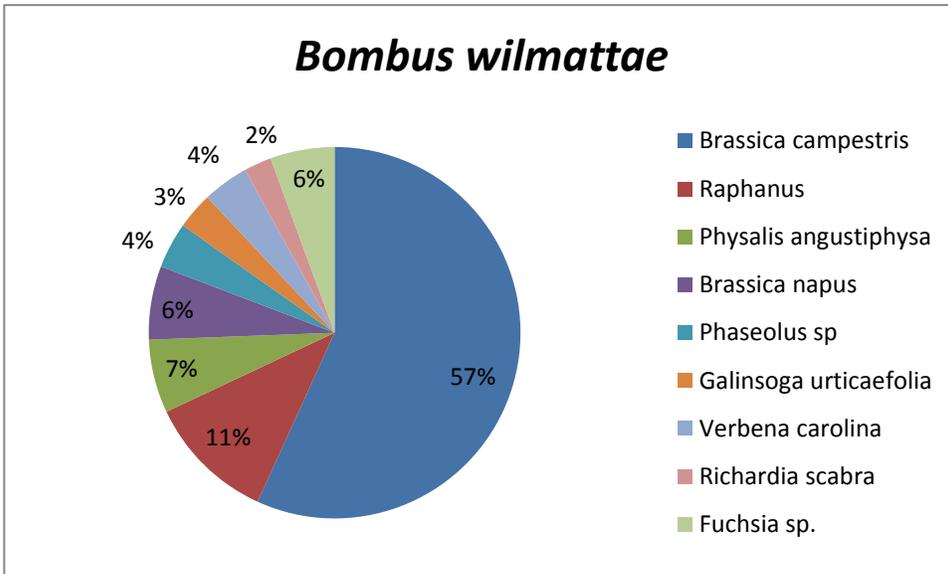
Fuente: DIGI



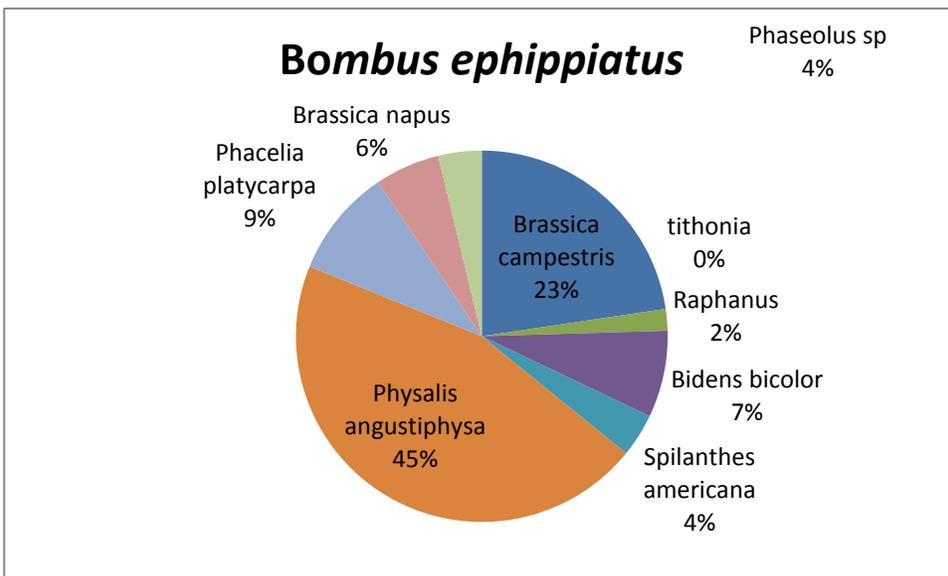
Gráfica 14. Frecuencia de visitas a distintas familias botánicas, durante la temporada seca.

De las 13 familias visitadas durante la temporada lluviosa, la que presento mayor número de especies de plantas frecuentadas por las abejas fue la familia Asteraceae (9 géneros de plantas visitadas) seguido por la familia Oxalidaceae y Solanaceae (4 géneros).

La frecuencia de visitas por *Bombus wilmattae* a las distintas especies de plantas se presenta en la gráfica 15. De un total de 21 especies botánicas visitadas, las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Brassica campestris* (57%), *Raphanus* sp. (11%). *Bombus ephippiatus* visitó un total de 9 especies botánicas (gráfica 16), las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Physalis angustiphysa* (45%), *Brassica campestris*. (23%).

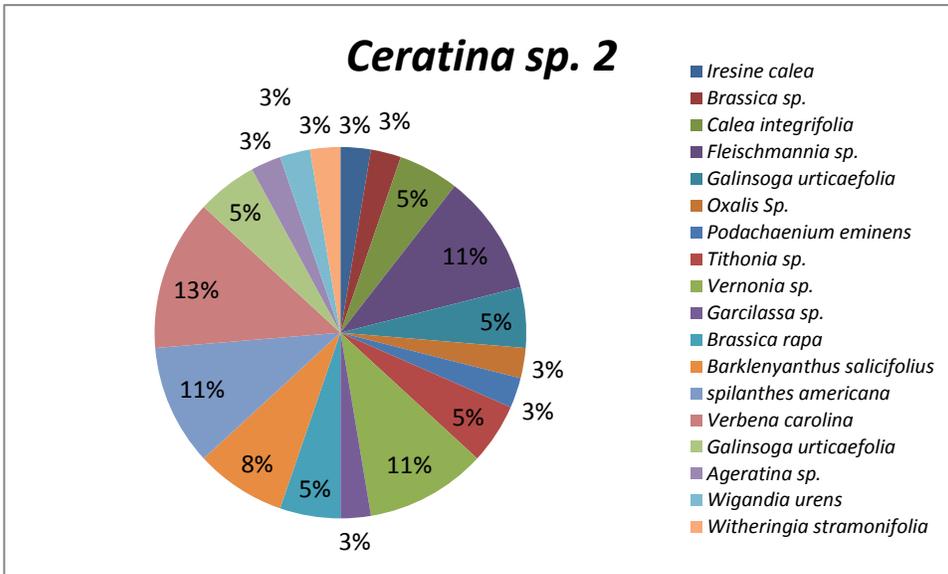


Gráfica 15. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Bombus wilmattae*. Se muestran las familias que presentaron el 2% o más del total de especies registradas.

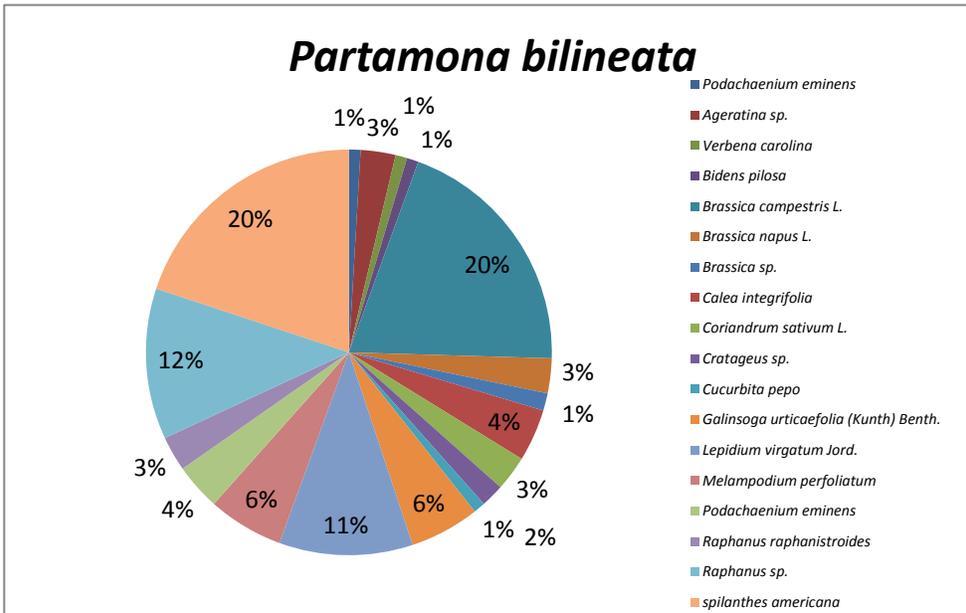


Gráfica 16. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Bombus ephippiatus* muestran las familias que presentaron el 2% o más del total de especies registradas.

La frecuencia de visitas por *Ceratina* sp. 2. a las distintas especies de plantas se muestra en la gráfica 17. De un total de 19 especies botánicas visitadas, las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Verbena carolina* (13%), *Spilanthes americana*. (%), *Fleischmannia* sp. (11%).



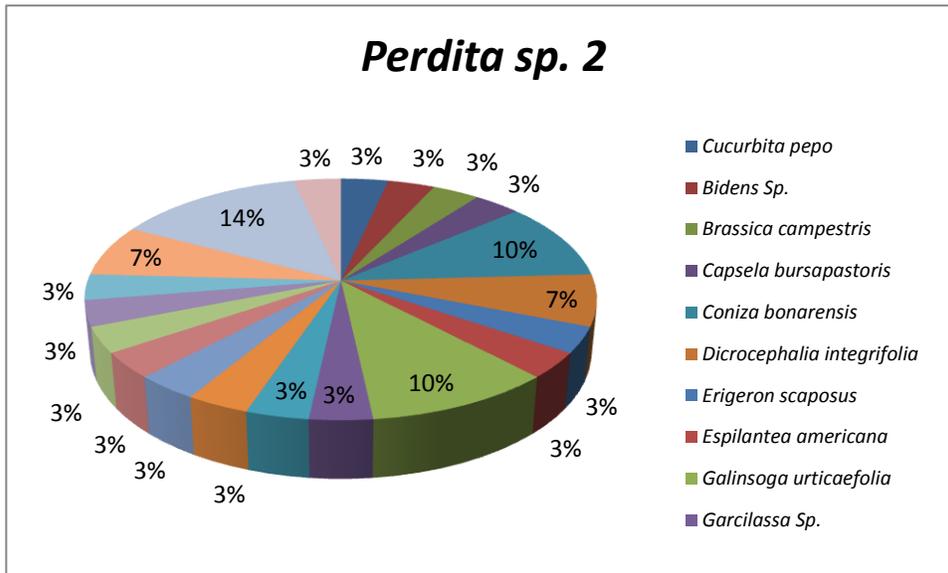
Gráfica 17. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Ceratina sp. 2*. Se muestran las familias que presentaron el 3% o más del total de especies registradas.



Gráfica 18. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Partamona bilineata*. Se muestran las familias que presentaron el 1% o más del total de especies registradas.

La gráfica 18 muestra la frecuencia de visitas por *Partamona bilineata* a las distintas especies de plantas. De un total de 29 especies botánicas visitadas, las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Brassica campestris*. (20%),

Spilanthes americana (20%), *Raphanus sp.* (12%). *Lepidium virginianum* (11%). La gráfica 19 muestra la frecuencia de visitas realizadas por *Perdita sp. 2.* a las distintas especies de plantas. De un total de 20 especies botánicas visitadas, las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Spilanthes americana* (14%), *Brassica campestris*. (10%).



Gráfica 19. Porcentajes de especies de plantas que corresponden a cada familia botánica, dentro del total de especies visitadas por *Perdita sp.2* Se muestran las familias que presentaron el 3% o más del total de especies registradas.

iv. Material divulgativo

A partir de los resultados del proyecto, se elaboró un afiche informativo sobre las abejas que realizan visitas florales a plantas de interés en el altiplano guatemalteco, el cual se titula “Abejas polinizadoras de plantas útiles del altiplano de Guatemala”. El afiche se planificó y elaboró de modo que presentara contenido comprensible para personas con distinto grado de escolaridad. La imagen reducida del afiche se incluye en este informe, en el anexo 2. Los datos de interacciones también fueron utilizados para la presentación del poster titulado “Floral resources visited by *Bombus* (Apidae: Bombini) in the Guatemalan Highlands”, dentro del marco de la V Conferencia Europea de Apidología –EurBee-, en Halle (Salle), Alemania (anexo 7).

X. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

a. Definición de categorías de paisaje

La definición de las categorías de paisaje requirió de la elección previa de las áreas que era factible tomar en cuenta para el proyecto. Las áreas fueron elegidas según las extensiones de bosque presentes en las capas digitalizadas de uso de la tierra proporcionadas por el MAGA (2006). Al principio del proyecto se realizó una verificación de campo, para determinar los sitios de muestreo que serían elegidos, dentro de las áreas seleccionadas. Para la elección de los sitios se tomó en cuenta elementos como la accesibilidad y las condiciones de seguridad. Por estas razones, algunos de los sitios de muestreo tienen presencia de algún grado de urbanización o uso para vivienda, como es común en las áreas agrícolas de la región.

Cabe mencionar que las extensiones boscosas que corresponden a las áreas elegidas dentro de la categoría “agrícola” (tabla 1), corresponden a barrancos que se encuentran en los extremos del área elegida.

b. Diversidad de abejas por categoría de paisaje

i. Riqueza total de especies

Al igual que en el resto de localidades muestreadas en el país, la región estudiada del Altiplano presenta abejas de las familias Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae y Apidae. Sin embargo, la familia Megachilidae fue la menos abundante y rica, lo que no sucede en otras regiones del país, en donde suele ocupar el tercer lugar en riqueza de especies. Las familias Colletidae y Andrenidae, aunque presentan únicamente un género, son ricas y presentan un considerable número de morfoespecies que permiten inferir sobre la diversidad de la apifauna del sitio de estudio. Destaca la presencia de cuatro morfoespecies de *Perdita sp.*, familia Andrenidae escasa en las colectas previas realizadas en nuestro país. Esto puede deberse a las condiciones climáticas de la región del Altiplano, las que no se presentan en las zonas estudiadas previamente. Esto puede estar determinando la moderada presencia de especies de la familia Halictidae que suelen ser más abundantes en condiciones de mayor temperatura. De igual manera es interesante la diversidad encontrada en el género *Colletes*, familia Colletidae, con cuatro morfoespecies identificadas que es un valor alto. La riqueza de especies del género *Ceratina* resultó alta en el sitio de estudio con 9 morfoespecies reconocidas.

La diversidad de abejas sociales en el Altiplano del país es alta. Se presentan cuatro especies del género *Bombus*, tres con importancia para el humano por su participación en la polinización de cultivos en la zona y una especie parásita.

Fueron identificadas además a las abejas sin aguijón *M. beecheii*, *P. bilineata*, *Plebeia sp.*, *T. angustula* y *T. acapulconis* con potencial para la meliponicultura.

i. Diversidad de abejas por categoría de paisaje y por temporada

Durante la temporada lluviosa, las categorías “bosque” y “cultivos” (agrícola), presentaron una riqueza de especies menor a la categoría “fragmentos” (gráfica 1). Esto coincide con estudios de diversidad de insectos que indican que los remanentes de bosque, aunque no sean extensos, proveen de hábitat y recursos, los cuales son escasos en las áreas agrícolas (Aguirre & Dirzo 2008). Por otra parte, los muestreos en áreas abiertas, cercanas a los remanentes (fragmentos), frecuentemente son más productivos que en las áreas de bosque maduro, pues en este último los insectos polinizadores suelen buscar recursos en los doseles de los árboles, dificultando su captura.

A pesar de esto, la categoría “bosque” mostró una abundancia de individuos semejante a las otras categorías (gráfica 1). Esta se debe en gran parte a la presencia frecuente de especies semi-sociales, en especial abejorros del género *Bombus*, los cuales fueron abundantes en esta categoría. La abundancia de estas abejas sugiere que las áreas continuas de bosque les proveen de sitios de anidación.

Durante la temporada lluviosa, la categoría “bosque” mostró una abundancia de individuos considerablemente mayor a la de las otras categorías, y una riqueza semejante a la categoría “fragmentada”. El aumento de especies encontradas en las áreas boscosas durante la estación lluviosa, sugiere una relación ecológica existente entre la fauna local y la vegetación natural, relacionada a la fenología de plantas e insectos. Esto cobra sentido al considerar que uno de los picos de floración en los bosques naturales, coincide con la aparición de las lluvias. El aumento en disponibilidad de recursos florales suele coincidir con la aparición o proliferación de insectos estacionales, como muchas especies de abejas solitarias.

La diversidad de abejas fue mayor en la categoría “fragmentada” tanto en la estación seca como lluviosa (gráficas 2 y 3). Los valores de diversidad en insectos, suelen ser altos en áreas de estructura vegetal heterogénea, como los sitios fragmentados. La diversidad florística y de tipos de microhábitat presente en las áreas con remanentes de vegetación natural, proveen de una diversidad mayor de recursos, por lo que también serán aprovechados por una mayor diversidad de

insectos, en especial dentro de un grupo tan diverso (en requerimientos de hábitat, sitio de anidamiento y recursos alimenticios) como las abejas. Sin embargo, debe tomarse en cuenta la importancia de los remanentes, pues la diversidad suele disminuir en áreas predominantemente agrícolas, y numerosos estudios apoyan el valor de los remanentes naturales en la conservación de la diversidad de insectos polinizadores (Greenleaf & Kremen 2006, Ricketts et al. 2004). La disminución en la diversidad en las áreas de cultivo también se explica por las prácticas comunes en sitios destinados a la agricultura, como la baja diversidad florística, y la aplicación de pesticidas y otras sustancias tóxicas para los insectos.

Los valores de equidad (comprendidos en una escala de 0 a 1) son semejantes para los tres sitios, en cada temporada, pero son más altos en la temporada lluviosa (gráficas 2 y 3). Esto se debe en buena parte a la aparición de un mayor número de especies durante la estación lluviosa, en especial abejas solitarias, lo cual puede deberse a la fenología de estos insectos.

ii. Similitud entre los sitios de muestreo

Se realizaron análisis de similitud entre los sitios de muestreo, para evaluar si las composiciones de las comunidades de abejas responden al estado de conservación de las áreas naturales, o si pueden estar determinadas por otros factores.

El análisis de agrupamiento realizado con los datos obtenidos durante la estación seca (gráfica 4), muestra varios grupos cercanos que corresponden a la misma categoría de paisaje (C2 y C3; C4 y C5; B5 y B6) sin embargo, no se ve una agrupación clara por categoría de paisaje. Estos grupos, así como otros comprendidos por sitios de distintas categorías (B2, F7 y B3; B4 y F2; F5 y B1), corresponden a sitios con cercanía geográfica entre sí. Por ejemplo, los sitios C2 y C3 corresponden al área agrícola del municipio de Patzicía. Las áreas B2, F7 y B3, pertenecen al municipio de patzún, y se encuentran en las cercanías del astillero municipal B'alám Juyú.

Esto sugiere que la similitud entre la composición de las comunidades responde más a la cercanía geográfica (y la consecuente similitud en otras condiciones ambientales y climáticas) que al estado de conservación del hábitat.

El análisis de componentes principales realizado para la estación seca (gráfica 5), apoya los argumentos anteriores. Las elipses resaltan el agrupamiento de varias de las localidades, principalmente respecto al componente 2. El grupo más disperso (C1, C2, C5 y C4), corresponde a localidades agrícolas del municipio de

Patzicía. La elipse intermedia agrupa al menos 7 localidades que pertenecen al municipio de Sumpango, en las áreas de El Rejón y San José Yalú. El grupo comprendido por las localidades B5 y B6 pertenecen al astillero B'alám Juyú, en el municipio de Patzún.

El análisis de agrupamiento correspondiente a la estación lluviosa (gráfica 6) muestra menos grupos definidos, sin embargo la mayoría de los pares que presentan similitud (B4 y F3; C1 y C2; B7 y B8), también son cercanos geográficamente.

El análisis de componentes principales muestra un grupo formado por 4 localidades (F2, F5, B3 y B5) que pertenecen al municipio de Sumpango, pero no se encuentra separado del resto de las localidades, como ocurre con el grupo formado por otras tres localidades del mismo municipio (B2, F4 y B4).

iii. Interacciones entre abejas y plantas

En la tabla 4 se presenta un listado de las especies botánicas que fueron registradas durante la temporada seca. De las 52 especies botánicas visitadas, la mayor parte (38 especies) pertenecen a la familia Asteraceae. Otras familias representadas (gráfica 8) fueron Solanaceae, Brassicaceae y Fabaceae. Estas familias han sido reportadas en distintos estudios como recurso floral elegido por las abejas, en especial los abejorros del género *Bombus* (Vásquez *et al.* 2010).

Durante la época lluviosa, se registró visitas florales a 26 especies de 13 familias (tabla 5, gráfica 14). La familia Asteraceae sigue siendo predominante, pero llama la atención la presencia de varias especies de la familia Oxalidaceae (tréboles), cuya floración en estado silvestre ocurre durante la estación lluviosa. Cabe mencionar los registros de plantas de la familia Cucurbitaceae, pues estos se deben en buena parte a la colecta de abejas del género *Peponapis*, que tienen una relación coevolutiva con las cucurbitáceas, y solamente aparecieron en los muestreos correspondientes a la estación lluviosa.

XI. CONCLUSIONES

- Las tres categorías de paisaje elegidas en este estudio (bosque, fragmentado y agrícola), fueron definidas en función del porcentaje de área ocupada por vegetación natural (bosque), y por el estado de continuidad del mismo.
- La riqueza de abejas obtenida en el estudio fue de 51 especies, dentro de 5 familias y 28 géneros. Tanto durante la estación seca como lluviosa, la diversidad fue mayor en las áreas fragmentadas, posiblemente en respuesta a la heterogeneidad de hábitat y presencia de remanentes de bosque.
- La abundancia de especies fue alta en las áreas de bosque contínuo, posiblemente debido a la disponibilidad de hábitat de anidamiento para las especies sociales y semi-sociales.
- La composición de las comunidades de abejas parece responder a la cercanía geográfica de los sitios, no solamente a la configuración del paisaje.
- La mayoría de visitas florales registradas durante el proyecto, fueron realizadas a plantas de la familia Asteraceae, figurando también las familias Solanaceae, Brassicaceae y Fabaceae.

XII. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis que consideren más a fondo las variables del paisaje, así como otras variables ambientales que puedan ayudar a explicar los patrones observados en este estudio.
- Realizar muestreos de diversidad de abejas en el área, en especial durante los meses entre noviembre y enero, que son meses de floración intensiva en el altiplano y no fueron abarcados en este estudio, a modo de completar la información ya obtenida.
- Continuar con los muestreos de interacciones entre insectos polinizadores y plantas, para obtener información que permita analizar redes de interacciones, y así colaborar a la descripción de las dinámicas ecológicas presentes en el altiplano guatemalteco.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre A., Dirzo R. (2008) Effects of fragmentation on pollination abundance and fruit set of an abundant understory palm in a Mexican tropical forest. *Biological conservation* 141:375-384.
- Allen-Wardell G, Bernhardt P, Bitner R, Burquez A, Buchman S, Cane J, Allen P, Dalton V, Feisinger P, Ingram M, Inouye D, Jones E, Kennedy K, Kevan P, Koopowitz H, Medellín R, Medellín-Morales S & Nabhan G. (1998) The potential consequences of pollinator declines on the conservation of Biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*. 12(1),8-17.
- Armas, A. G., (2009). Riqueza y distribución potencial de las abejas euglosinas (Apinae: Euglossini) en Guatemala. Tesis de Graduación, Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Barrientos, M. (2008). Interacción de los polinizadores con la estructura y funcionamiento del paisaje en Chelemhá, Alta Verapaz. Informe final del proyecto FODECYT 25-2004.
- Buchnam S., Nabhan G. (1996). *The forgotten pollinators*. Island Press. Washington D.C.
- Reglamento de ley de áreas protegidas, acuerdo gubernativo No. 759-90 (s.f). Gobierno de Guatemala. Guatemala.
- Diccionario Geográfico de Guatemala. (2000). Guatemala: Instituto Geográfico Nacional IGN. Versión digital.
- Economic valuation of pollination services, review of methods. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003), Agriculture Department, *Seed and Plant Genetic Resources Division*. Pp. 26-40.
- Global actions on pollination services for sustainable agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2008). Agriculture Department, Seed and Plant Genetic Resources Division.
- Enriquez, E. (2007) Diversidad de potenciales polinizadores del grupo de los insectos en el Parque Nacional Laguna Lachua y su zona de influencia a lo largo de un año. Informe Final FODECTY 017-2006. LENAP-USAC.
- Escobedo, N. (2011). Estacionalidad del uso del polen de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) por la apifauna (Himenoptera:Apoidea) e la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachúa. Tesis de Graduación, Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gentry, A. (1982). Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evol. Biol.* 15:1-84.
- Greenleaf, S. y C. Kremen. (2006) Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. *Biological Conservation*. 133:81–87.
- Greer, L. (1999). Alternative pollinators: Native Bees. *ATTRA*. IP 126. 14 pp.

- Kearns C., Inouye D., Waser N. (1998). Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annu Rev Ecol Syst.* 29:83-112
- Kevan P. & Phillips, T. (2001) The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. *Conservation Ecology* 5(1), 8.
- Luig, J., Peterson, Poltimäe, H. (2005). Discussion paper 1: Human impacts on pollinators and pollination services. *ALARM. Socio-economic Working Paper.* No.10, 24 pp.
- Macdonald, M. (2003) Bumblebees. Scottish Natural Heritage Design and Publications.
- Maccagnani, B., Burgio, G., Stanisavljević, L., Mani, S. (2007) *Osmia cornuta* management in pear orchards. *Bulletin of Insectology*, 60(1), 77-82.
- Marroquín, Alan. (2000) Sistemática e historia natural de las abejas (Hymenoptera: Apoidea) de Guatemala. Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. Universidad de San Carlos.
- Michener C. (2000) The bees of the World. United States of America. The Johns Hopkins University Press.
- Murren, C. (2002). Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinia viability and reproductive success. *Journal of Ecology* 90 100-107
- Predick, K. & Turner, M. (2008). Landscape configuration and flood frequency influence invasive shrubs in floodplain forests of the Wisconsin River (USA). *Journal of Ecology.* Pp 94.
- Ricketts, T., Gretchen C., Daily, P., Ehrlich, R. y Michener, C. (2004) Economic value of tropical forest to coffee production. *PNAS* 101: 12579–12582.
- Rodríguez, G. (2008) Patrones temporales en la diversidad de abejas nativas (Hymenoptera: Apidae) en la región semiárida del Valle del Motagua. Tesis de Grado, Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Shepherd M., Buchman, S., Vaughan, M & Hoffman, S. (2003). Pollinator Conservation Handbook. USA. The Xerces Society. Oregon.
- Vásquez M., Yurrita C. y Escobedo N. (2010) Determinación de la diversidad y distribución de las especies de abejorros (*Bombus*) en las áreas bióticas Chimalteca, Volcánica y Escuintleca en Guatemala. Informe final del proyecto FODECYT 013-2009.

Lista de todos los integrantes del equipo de investigación

Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago	
			Sí	No
Natalia Escobedo Kenefic	Coordinadora	20070196	X	
Jessica Esmeralda López	Investigadora	20061049	X	
María José Dardón	Investigadora	20040148	X	
Oscar Martínez	Auxiliar de Investigación	20120558	X	

Nombre	Firma
Natalia Escobedo Kenefic	
Jessica Esmeralda López	
María José Dardón	
Oscar Martínez	

Guatemala, 27 de noviembre de 2012

Natalia Escobedo Kénéfic
Coordinadora del Proyecto de Investigación

Vo.Bo. Roberto Flores Arzú Ph.D.
Director IIQB

Vo.Bo. Ing. Agr. Saúl Guerra
Coordinador de Programa Universitario de Investigación

c. ANEXOS

1. Detalles de las localidades de colecta visitadas durante el proyecto.

No.	Fecha de colecta	Localidad	Coordenada N	Coordenada O
1	17/03/2012	Bosque El Rejón	14°38'24.4"	90°42'46.3"
3	27/03/2012	Chirijuyú	14°41'15.0"	90°57'44.5"
4	27/03/2012	Cruce a La Canoa	14°39'24.9"	90°57'45.6"
6	28/03/2012	Carretera entre Las Flores y Guachipilín	14°40'36.80"	90°45'22.9"
7	28/03/2012	Yalú 2 (Cerca de Guachipilín)	14°41'39.8"	90°45'19.1"
9	29/03/2012	San Lorenzo	14°37'51.5"	90°59'40.2"
11	30/03/2012	Aldea el Rejón	14°37'22.4"	90°43'44.5"
13	14/04/2012	Balám Juyú punto 1	14°37'14.3"	91°00'21.3"
14	14/04/2012	Balám Juyú punto 2	14°37'01.9"	91°00'05.7"
16	19/04/2012	Camán 1	14°40'35.5"	90°56'40.7"
17	19/04/2012	Santa Cruz Balanyá	14°40'42.1"	90°55'35.4"
18	19/04/2012	Plan recta de Patzicía	14°39'18.2"	90°55'43.1"
19	18/06/2012	Recta Patzicía	14°40'20"	90°56'30"
20	18/06/2012	Finca Victoria	14°39'24.7"	90°57'48.3"
21	18/06/2012	ICTA	14°38'13.18"	90°48'11.1"
22	19/06/2012	Carretera entre Las Flores y Guachipilín	14°40'36.80"	90°45'22.9"
23	19/06/2012	Yalú 2 (Cerca de Guachipilín)	14°41'39.8"	90°45'19.1"
24	19/06/2012	Aldea Santa Marta	14°40'14.73"	90°44'3.44"
26	20/06/2012	San Lorenzo	14°37'51.5"	90°59'54"
27	20/06/2012	El Sitio	14°37'21.1"	90°58'9.44"
28	09/07/2012	Aldea El Camán	14°40'33.1"	90°56'40.7"
30	09/07/2012	Chirijuyú	14°41'07.8"	90°57'55.9"
32	10/07/2012	Balám Juyú punto 2	14°37'01.9"	91°00'05.7"
34	12/07/2012	Rejón (entrada a Chiponquín)	14°38'23.4"	90°42'28.7"
35	12/07/2012	Aldea El Rejón	14°37'22.4"	90°43'44.5"
36	13/07/2012	Hogar Shalom	14°39'3.25"	90°43'06.25"
37	13/07/2012	Carretera a El Rejón	14°37'51.1"	90°43'06.1"
38	13/07/2012	Entrada a Astillero	14°38'01.4"	90°42'59.3"

2. Afiche divulgativo (imagen reducida a aproximadamente 20% del tamaño real)

ABEJAS POLINIZADORAS DE CULTIVOS Y PLANTAS ÚTILES DEL ALTIPLANO DE GUATEMALA

El Altiplano de Guatemala es una zona de gran importancia ecológica debido a la alta diversidad de flora y fauna que genera una belleza paisajística peculiar. El paisaje forestal de la región presenta tres tipos de bosque: Bosques abiertos de pino-encino, Sistemas agroforestales (asociación de bosque con cultivos) y Bosques densos (coníferas, latifoliados o mixtos). Las condiciones ambientales del área generan que esta sea una de las regiones más importantes de producción de hortalizas en Guatemala.

En nuestro país se conocen 376 especies de abejas que contribuyen a mantener la diversidad biológica de nuestros paisajes a través de la polinización. Dada su importancia se ha realizado un estudio de las interacciones entre las abejas y diversas plantas del altiplano de Guatemala. Se determinó que al menos 18 especies de abejas mantienen relación con 12 plantas de interés humano en la región de Sacatepéquez y Chimaltenango.

Interacciones observadas con mayor frecuencia

Abejas de importancia y plantas con las que interactúan	<i>Agapostemon sp.</i>	<i>Bombus wilmatiae</i>	<i>Trigona fulviventris</i>
			
Plantas que visitan las abejas	<i>Bombus ephippiatus</i>	<i>Lasiglossum sp.</i>	<i>Plebeia sp.</i>
			
	Chica/ Medicinal	Collinba/ Alimenticia	Mironsote/ Alimenticia
			
	Arveja/ Alimenticia	Gükey/ Alimenticia	Dalia/ Alimenticia
			
	Frijol/ Alimenticia	Rábano/ Alimenticia	
			

Este afiche es producto del proyecto de investigación "Efecto de la configuración del paisaje en las comunidades de abejas (Apolinas) de tres municipios de Sacatepéquez y Chimaltenango", aprobado y financiado por la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala, mediante presupuesto del A.3.27. Coordinadora del proyecto Leticia Nohela Escobedo de la Unidad para el Comodamiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad (CONUSAC) (scobedo.leticia@usac.edu.gt). Equipo de investigación: Leticia Nohela Escobedo, Dra. María José Dardón y Dr. Oscar Martínez.






3. Individuos colectados durante la estación seca, por especie y localidad

	Bosque El Rejón	Manzanal	Chirijuyú	Cruce a La Canoa	San José Yalú	Carretera entre Las Flores y Guachipilín	Yalú 2 (Cerca de Guachipilín)	Aldea Cojobal	San Lorenzo	Chiponquín	Rejón	Cerca de Hogar Ana Vitello	Balám Juyú punto 1	Balám Juyú punto 2	El Sitio	Camán 1	Santa Cruz Balanyá	Plan recta de Patzicía
Agapostemon sp. 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0
Agapostemon sp. 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Augochlora sp. 2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Augochlorella sp.	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Augochloropsis sp. 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bombus ephippiatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	15	4	1	0	0
<i>Bombus mexicanus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Bombus variabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0
<i>Bombus wilmattae</i>	7	0	13	2	29	11	0	37	9	71	7	4	0	0	22	10	31	19
Centris sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratina sp. 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratina sp. 2	2	0	0	0	4	8	2	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0
Ceratina sp. 3	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratina sp. 5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratina sp.6	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratina sp. 8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colletes sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colletes sp. 2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0
Exomalopsis sp. 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Lasioglossum sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lasioglossum sp. 1	3	0	3	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Lasioglossum sp. 2	0	0	4	7	2	0	0	3	0	6	0	0	0	0	0	23	10	6
Lasioglossum sp. 3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1
Lasioglossum sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Megachile sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Paratrigona guatemalensis	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Partamona																			
bilineata	13	4	4	1	0	0	0	0	0	14	5	0	0	0	0	0	0	0	
Perdita sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	
Perdita sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Tetragonisca																			
angustula	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trigona acapulconis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trigona fulviventis	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	10	0	0	0	0	0	0	

4. Individuos colectados durante la estación seca, por especie y localidad

especie	Recta Patzicía	Finca Victoria	ICTA	Carretera entre Las Flores y Guachipilín	Yalú 2 (Cerca de Guachipilín)	Cojobal	Aldea Santa Marta	San Lorenzo	El Sitio	Aldea El Camán	Chirijuyú	Sta. Cruz Balanyá2	Balám 1	Balám 2	Chiponquín	Rejón (entrada a Chiponquín)	Aldea El Rejón	Hogar Shalom	Carretera a El Rejón	Entrada a Astillero
Afin a Coelixoides sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Afin a Neocorynura	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Apis mellifera	10	16	2	0	0	2	0	4	0	1	1	0	10	0	1	1	1	2	9	0
Agapostemon sp. 1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Agapostemon sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthophora sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0
Augochlora sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Augochlorella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Augochloropsis sp. 1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Bombus ephippiatus</i>	1	0	2	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	44	1	0	0	2	0	0
<i>Bombus macgregori</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bombus mexicanus</i>	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bombus variabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bombus wilmattae</i>	9	3	22	0	12	15	0	11	1	4	9	21	0	10	20	1	7	3	6	1
Centris sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratina sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0
Ceratina sp. 2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0
Ceratina sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Ceratina sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0

Ceratina sp. 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0
Ceratina sp. 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratina sp. 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Ceratina sp. 8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colletes sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Colletes sp. 2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
Colletes sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Colletes sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Exomalopsis sp. 1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Lasioglossum sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lasioglossum sp. 1	1	0	0	0	0	4	0	3	2	1	1	4	1	0	0	0	0	0	1	1
Lasioglossum sp. 2	1	2	0	0	2	2	0	10	3	2	1	5	6	0	1	1	2	1	3	1
Lasioglossum sp. 3	0	0	0	0	8	7	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Lasioglossum sp. 4	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	1	1
Lasioglossum sp. 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Lasioglossum sp. 6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Lasioglossum sp. 7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lasioglossum sp. 8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megachile sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Melipona beecheii	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Paratrigona guatemalensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Partamona bilineata	4	0	20	0	9	6	4	0	4	0	16	2	4	0	37	8	35	32	7	13
Peponapis apiculata	3	4	0	7	0	0	0	0	0	6	1	1	0	0	2	0	4	5	5	2
Peponapis atrata	2	2	0	1	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	1	0	0	1	7	0
Peponapis limitaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	1	0
Perdita sp. 1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0
Perdita sp. 2	0	1	0	0	4	5	0	6	3	1	1	0	2	0	3	0	3	2	2	2
Perdita sp. 3	0	0	0	0	3	0	1	3	0	5	0	2	3	0	1	0	1	5	2	1
Perdita sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Plebeia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	7
Sphecodes sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0
Tetragonisca angustula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Thygater sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Trigona acapulconis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trigona fulviventris	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	4	16	5

5. Fotografías del proyecto



Colecta de abejas en el municipio de Patzicía.



Colecta de abejas en Santa María Cauqué, San Martín Sacatepéquez.



Vista de astillero municipal de Sumpango, bosque “El Rejón”.



Trigona (Trigona) fulviventris (Apidae: Meliponini), visita flores de *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae), en las cercanías del astillero municipal de Sumpango.



Oscar Martínez realizando colectas entomológicas en las cercanías del astillero municipal B'alam Juyú, Patzún.



Figura 2. Jessica López, realizando colectas en los alrededores de la aldea El Rejón, Patzún.



Oscar Martínez colectando abejas con ayuda de un guarda Recursos del astillero B'alam Juyú.

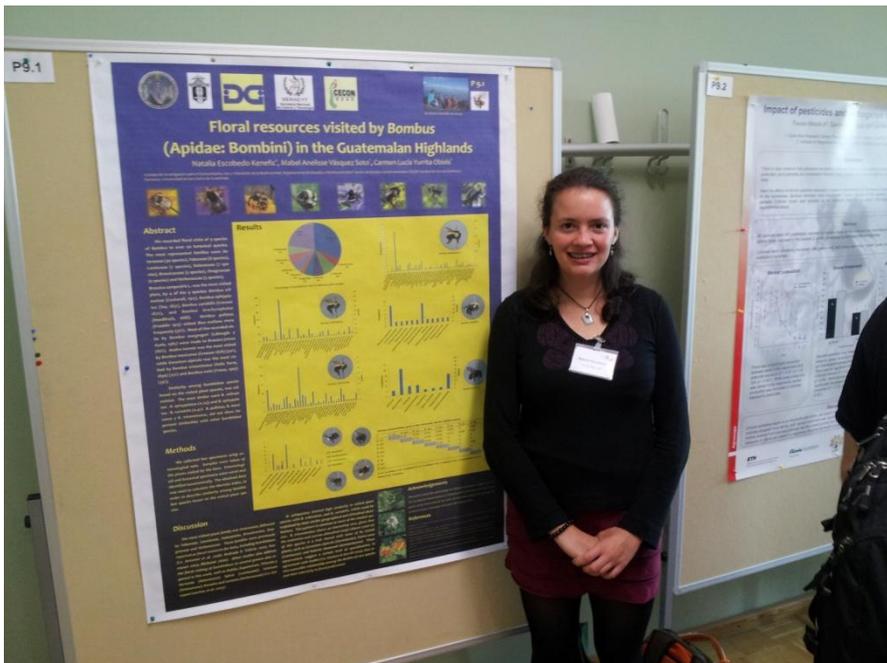


Proceso de curación de especímenes. Se muestra las colectas entomológicas, montadas en alfileres y colocadas en cajas de cartón con fondo de espuma de polietileno.



Las cajas de cartón están contenidas en cajas de madera con tapa de vidrio, las cuales son colocadas en muebles metálicos herméticos especialmente diseñados para colecciones entomológicas.

7. Presentación de poster científico.



Natalia Escobedo, coordinadora de la investigación, durante la presentación de carteles de la V Conferencia Europea de Apidología –EurBee-.